Aus der Chirurgischen Abteilung des Städt.
Auguste-Viktoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. Richard Maatz

Klinische Ergebnisse mit dem Kieler Span bis Anfang Mai 1961

(199 Fälle)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1962

vorgelegt von

Lothar Scheeler

aus Gera

Aus der Chirurgischen Abteilung des Städt.
Auguste-Viktoria-Krankenhauses Berlin - Schöneberg
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. Richard Maatz

Klinische Ergebnisse mit dem Kieler Span bis Anfang Mai 1961

(199 Fälle)

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Lothar Scheeler
aus Gera

Dekan: Professor Dr. med., Dr. med. dent. Ewald Harndt

Referent: Professor Dr. med. Richard Maatz

Korreferent: Professor Dr. med. Hermann Franke

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 17. September 1962

Inhaltsverzeichnis

Seite

Teil I

THEORETISCHE GRUNDLAGEN 5

Der eiweißarme Span 5

Der Kieler Span 12

Teil II

KLINISCHE AUSWERTUNG 24

A. Intraossäre Lagerung des Spanes 24

Knochenhöhlen 24

Gelenkflächenaufbau 28

Osteosynthese mit Bolzen, Keilen u. a. 33

B.1 Extraossäre Lagerung des Spanes (Anlegespan) 36

Verzögerte Verfestigung 36

Pseudarthrosen 38

Refraktur 42

B.2 Extraossäre Lagerung des Spanes (Lexerspan) 43

C. Sonstige Verwendungsarten 43

Tabellen 45

Zusammenfassung 48

Literaturverzeichnis 50

Anhang mit Abbildungen 55

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548014_0073

Teil I

THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Der eiweißarme Span

Mit welchem Erfolg können Tierknochen auf den Menschen verpflanzt werden? Diese Frage ist in den letzten Jahren erneut in den Vordergrund getreten. In der nachfolgenden Arbeit wird über die Erfahrungen mit dem eiweißarmen heterogenen Span berichtet, die auf Grund von klinischen Untersuchungen und einer eingehenden kritischen Auswertung gesammelt worden sind.

Für das erneute große Interesse an der Heteroplastik gibt es zwei Hauptgründe:
Erstens sucht man bessere klinische Ergebnisse bei der Knochenplastik zu erzielen, und
zweitens braucht man einfachere und wirtschaftlichere Verfahren der Spangewinnung.

Der tierische Knochen eignet sich in frischem Zustand nicht zur Verpflanzung. Darüber bestehen keinerlei Zweifel. Er muß durch tiefgreifende Vorbehandlung für den menschlichen Empfänger erst "verträglich" gemacht werden. Wird das nicht berücksichtigt, so kommt es zur aseptisch-entzündlichen Abstoßung des Transplantates.

Bereits die Homoioplastik leidet unter der eiweißgebundenen Antigen-Antikörper-Reaktion, welche zum "Nicht-Angehen" des verpflanzten Materials führen kann. Aber noch weit heftiger ist diese Reaktion bei der Heteroplastik. Bei homoioplastischen Geweben, ich denke hier an Hornhaut, Gefäßwand und Knochen, gelingt es, die Antigene durch Konservierungsverfahren so weit abzuschwächen, daß in klinischer, aber nicht in anatomischer Hinsicht, eine erfolgreiche Transplantation erreicht werden kann. Bei hetero-plastischem Material aber erzielt man durch die jetzt üblichen Konservierungsmethoden - im Vordergrund steht das

von Inclan (1942) erstmalig entwickelte Tiefkühlverfahren - keine ausreichende Abschwächung der Antigene. Darum gehört ein Erfolg mit derartig bearbeitetem Transplantationsmaterial in der Knochenchirurgie zu den Seltenheiten.

Maatz und Bauermeister und von anderer Seite Losee berichteten über "weitgehend von Eiweißkörpern befreiten tierischen Knochen". Beide Seiten erzielten im Tierexperiment sehr gute Erfolge.
In dieser Arbeit wird über die klinische Anwendung des tierischen Knochens berichtet, welcher als "eiweißarmer Span" bezeichnet durch das Verfahren von Maatz und Bauermeister in Kiel gewonnen wurde. Nach seinem Herkunftsort trägt er jetzt auch den Namen "Kieler Span".

Welche Stellung nimmt der eiweißarme Span in der Knochentransplantation ein? Zur Klärung dieser Frage gebe ich zunächst einen Überblick darüber, wie wir uns nach alten und neuen Forschungen das Geschehen beim Einbau eines Knochenspans vorstellen dürfen.

Es sei mir gestattet, daß ich mich weitgehend an die Schilderung von Maatz, Lentz und Graf anlehne, ohne aus diesem sehr großen Gebiet mit seiner umfangreichen Literatur jeweils die einzelnen Autoren zu nennen, denn der Schwerpunkt meiner Arbeit liegt beim eiweißarmen Span, und ich werde allein über seine Entwicklung nach bestem Wissen vollständig und ausführlich berichten. Die obengenannten Autoren haben 1954 zahlreiche vergleichende Untersuchungen mit dem von Maatz angegebenen Spongiosa-Test durchgeführt und konnten auf diese Weise bisher bestehende Unklarheiten und Widersprüche in der Knochentransplantation beseitigen.

Heute wissen wir, daß beim autoplastisch frischen Span auch unter günstigsten Bedingungen nur die Weichgewebe überleben. Die Knochensubstanz dagegen stirbt ohne jede Ausnahme ab. Diese wird auf dem Wege der "schleichenden Substitution" durch lebenden Knochen ersetzt. Beim autoplastisch frischen Span vermag diese Substitution das überlebende Weichgewebe zu vollbringen, aber es gibt keinen Anhalt dafür, daß die Weichgewebe eines homoioplastischen Spanes zu dieser Leistung fähig

sein können. Die Substitution eines toten Knochenmaterials kann nur vom Wirt, also nur vom Lager aus geleistet werden. Die Weichgewebe des Transplantates müssen fortgeräumt und durch körpereigene Weichgewebe ersetzt werden. Diesem Umbau setzt der homoioplastische Knochen einen mehr oder minder großen Widerstand entgegen. Durch Konservierung im Tiefkühlverfahren wird der Widerstand des Transplantates gegen den Um- und Einbau zwar erheblich abgeschwächt, aber nicht vollständig gebrochen.

Grundsätzlich gleich sind die Vorgänge beim Einbau des heteroplastischen Knochenspanes, nur kann das Forträumen des Weichgewebes mit allen Zeichen einer Entzündung ablaufen. Die heteroplastischen Weichgewebe setzen der Resorption eventuell starken Widerstand entgegen. Unter bindegewebiger Einschneidung kommt es dann nicht selten zur lakunären Resorption des Transplantates. Somit fehlt der rasche Ersatz des toten Knochenmaterials auf dem Wege der "schleichenden Substitution". Der Umweg über die Resorption durch Osteoklasten und der Knochenneubau durch Osteoblasten beansprucht wesentlich mehr Zeit. Auch in der Heteroplastik wird die eiweißgebundene Toxicität durch Konservierungsverfahren abgeschwächt. Es sei aber nochmals gesagt, daß sie nicht so ausreichend geschieht, als daß man an die klinische Verwendung derartigen Knochenmaterials denken könnte.

In dem zur Diskussion stehenden eiweißarmen Knochenspan steht uns ein Transplantationsmaterial zur Verfügung, das nur aus der Knochenhartsubstanz besteht. Das umgebende Lagergewebe, welches osteogenetische Potenzen besitzen muß, durchsetzt die bei der Präparation des Knochens entstandenen Hohlräume mit seinem aufsprossenden Keimgewebe. Da die Zwischenräume zwischen den Bälkchen des Implantates mit wirtseigenem Blut durchsetzt werden, dient - wie bei einem Frakturhämatom - das Fibringerüst diesem Keimgewebe als Klettergerüst und vielleicht auch als Nährboden. Auf dem Wege der "schleichenden Substitution" wird dann das Transplantat durch neues körpereigenes Knochengewebe ersetzt.

Im Tierversuch geschah es bei diesem Span schneller als beim autoplastisch frischen Knochen. Mit dem neuen eiweißarmen Knochenspan wurde also ein Transplantationsmaterial geschaffen, welches im regenerationsfähigen Lager in kurzer Zeit durch körpereigenen Knochen ersetzt wird.

Der Gedanke, ein derartiges Material in der Knochenchirurgie zu verwenden, ist nicht neu. Nachstehend ein kurzer Bericht über Autoren, die heteroplastisches Knochenmaterial auf irgendeine Weise durchgreifend behandelten, um es transplantationsfähig zu machen.

1858 zeigte Ollier, daß toter gekochter und geglühter Knochen vom Knochenbett her substituiert werden kann.

1893 prägte Barth den Ausdruck "schleichende Substitution". Nach seiner Beobachtung wird ein Transplantat ohne vorangehende Resorption zum Teil durch neuen Knochen schleichend ersetzt. Einen Unterschied beim Einbau von auto-, homoio- und heteroplastischen Knochen konnte er zunächst nicht feststellen, weder beim frischen noch beim toten Material.

1895 ersetzte Landerer eine Finger- und eine Claviculadiaphyse erfolgreich durch in Jodoformaether mazerierte Hundeknochen. Weiterhin füllte er einen Defekt im Os parietale mit ausgeglühten kleinen Stücken von Hundeknochen aus.

1899 berichtete Kronacher über zwei Verpflanzungen von Kalbsknochen, die in Sodalösung gekocht und in Karboalkohol aufbewahrt wurden. Der Einbau ging äußerst zögernd vor sich. Erst 3 1/2 Jahre post operationem war in einem Fall die Verschmelzung des Implantates mit dem Wirtsknochen nahezu vollständig.

Nach den Untersuchungen von Marchand (1900) vollzieht sich der Einbau gekochter oder geglühter Knochen wesentlich langsamer als der vom autoplastisch frischen Span. Barths Beobachtung vom "schleichenden Ersatz" konnte er bestätigen.

1918 transplantierte Gallie mit Erfolg gekochte Späne beim Menschen.

1934 veröffentlichte Orell grundlegende umfangreiche Untersuchungen über die Frage, ob sich lagerfähige heteroplastische tote Knochensubstanz herstellen läßt, die zur Transplantation geeignet ist. Durch eine besondere Mazeration von Ochsenknochen stellte er das "Os purum" her. Orell machte keine Angaben über das Herstellungsverfahren, aber Risinger beschreibt es wie folgt: Auflösen des Bluteiweißes durch Kochen in Kochsalzlösung, Entfernung des Bindegewebes in heißer Pottasche und Fettentfernung durch Kochen in Azeton.

Seine Gedanken faßte Orell in den Worten zusammen:
"Aus diesem Grunde scheinen außerordentlich große Aussichten zu bestehen, gute Knochenneubildung bei Implantation in ein Bett, welches lebendes Knochenbindegewebe enthält, zu erzielen, wenn die Kanalsysteme des Knochenimplantates durch Vorbehandlung von Fett, Bindegewebe und Eiweißstoffen befreit worden sind. Durch die chemisch-physikalische Vorbehandlung sind die Kanäle schon im voraus auf technischem Wege von einem Inhalt befreit worden, den die Zellen des Bettes sonst einschmelzen und resorbieren müssen."
Mit diesen Spänen erzielte man in der Klinik gute Ergebnisse.

1935 verwendete Bankoff mazerierte Tibiaspäne erfolgreich zu Transplantationszwecken.

1937 berichtete Risinger mit großer Zufriedenheit über die Verpflanzung von "Os purum" und "Os novum". Letzteres wurde aus dem "Os purum" entwickelt. Orell implantierte "Os purum", also anorganischen Knochen, für eine Dauer von ein bis zwei Monaten subperiostal an der medialen Tibiakante. Unter diesem Reiz erfolgte besonders von der Tibia aus eine Proliferation in die freien Havers'schen und Volkmannschen Kanäle des "Os purum" Für die endgültige Verpflanzung ist der tote Span nach dieser Zeit an beiden Seiten von einer dicken Schicht autoplastischen Gewebes überzogen. Dieses Spanmaterial eignet sich besonders für Transplantationen in ein nicht so ersatzfähiges Lager. Risinger bezeichnet den

Span als den Wegweiser für den Callus und als Salzlieferant.

Weitere Veröffentlichungen aus der Folgezeit liegen vor von Albert, Cunéo, Danis, van der Hoff, Lorthioir, Marique, Marsili, Müller, Neumann, Nyst, Petropoulos, Stark und Tiesserand. Sie berichteten alle übereinstimmend über befriedigende klinische Erfolge bei der Transplantation von "Os purum" und "Os novum".

Van der Hoff stellte das "Os purum" aus Menschenknochen her. Nach Ansicht des Autors sollen beim "Os purum" aus Ochsenknochen chemisch bedingte Nachteile vorhanden sein, die es beim "Os purum" aus Menschenknochen nicht gibt.

Im gleichen Jahr teilte Zahradnicek mit, daß er in allen Fällen das "Os purum" als Sequester wieder habe entfernen müssen. (1941).

Goff (1944) hatte bei der Verwendung von "Os purum" bei 80 Operationen an 61 Patienten 10% Komplikationen. Nach brieflicher Mitteilung verwendet er dieses Spanmaterial noch heute.

Debrunner verwendet "entbiologisierten Ochsenknochen", der qualitativ dem "Os purum" Orells sehr nahe kommen soll (Baud 1954). Durch stundenlanges Kochen wird die Spezifität der Eiweißkörper weitgehend zerstört, die Fette werden mit Äther und Benzin extrahiert.

Baud berichtete 1954 über 22 Operationen, bei denen solche "entbiologisierten" Knochen als Schrauben, Keile und Nägel verwendet wurden. Die erste derartige Transplantation führte Debrunner bereits 1941 aus. Er legt wenig Wert auf die rasche Assimilation des Spanes. Weit wichtiger ist für ihn ein guter mechanischer und prothetischer Stützeffekt, den er bei intraossärer oder auch extraossärer Anwendung erzielen will. Im großen und ganzen wird dieses Ziel von dem völlig toten Material erreicht, jedoch nimmt die vollständige Assimilation von derartigen Spänen oft mehrere Jahre in Anspruch.

Hackenbrock hat auf Anregung Debrunners ebenfalls ähnliche Heterotransplantate verwendet (Baud). Aber wegen der sehr langen Assimilationsdauer dieser Späne ist er zu Homoiotransplantaten übergegangen.

Kleinberg berichtete 1954 über seine 34-jährige Erfahrung bei der Anwendung des Tierspanes, der in ähnlicher Weise wie der Debrunnersche Span, also mittels Kochen und Behandlung in Alkohol, gewonnen wurde.

Maatz, Lentz und Graf berichteten 1954 über ausgezeichnete experimentelle Ergebnisse mit geglühten heteroplastischen Knochen, welche im Spongiosa-Test einen starken Anreiz zur Callusbildung gaben. Diesen Effekt erklären die Autoren mit dem reichlichen Angebot der Kalksalze, welche in dem durch Glühen enteiweißten Knochen zur Verfügung gestellt werden. Es soll vorweggenommen werden, daß spätere Untersuchungen von Bauermeister mit zwei Stunden geglühten Knochen im Spongiosa-Test keine befriedigenden Erfolge brachten. Offenbar wurden die Salze, welche vollkommen rein sind, nicht mehr durch ein Fibrillenwerk zusammengehalten und infolgedessen zu rasch gelöst und abtransportiert. Wir dürfen daraus folgern, daß Maatz, Lentz und Graf Späne testeten, welche zwar unvollkommen, aber doch sehr weitgehend von ihren Eiweißkörpern befreit wurden, die aber mit Hilfe der erhaltenen Fibrillen die Kalksalze so fest hielten, daß diese nicht sofort weggeschwemmt werden konnten.

Die Beobachtungen von Maatz, Lentz und Graf mit unvollkommen geglühten Knochen bewiesen zum ersten Male, daß eine weitgehend von Eiweißstoffen befreite Knochenhartsubstanz, deren restliche Eiweißkörper denaturiert sind, auch bei heterogener Herkunft rascher als jede andere, sogar die des autoplastisch frischen Knochens ist hierbei eingeschlossen, vom Lager mit guter osteogenetischer Potenz durch körpereigenes lebendes Knochengewebe ersetzt wird. Das geschieht vorwiegend auf dem Wege des "schleichenden Ersatzes". Die Autoren erklären, ähnlich wie Léríche und Policard, diese stark calluslockende Eigenschaft des präparierten Spanes mit dem massiven Angebot der Kristalle.

Diese Erfahrungen stehen im krassen Gegensatz zu allen bisher experimentell und klinisch gewonnenen Wertigkeitstabellen der Spanarten als Transplantationsmaterial, von denen die erste von G. Axhausen im Jahre 1909 aufgestellt wurde. Aus unserer Zeit stammen solche Skalen von Lentz (1955) und von U. Ritter (1957). In allen wurde der mazerierte Span an letzter Stelle eingeordnet.

Der Kieler Span

Auf Anregung von Maatz erprobte dann Bauermeister die verschiedensten Verfahren, den heteroplastischen Knochen durch weitgehende Befreiung von Eiweiß und Fetten und nach Denaturierung der restlichen Eiweißkörper zur Transplantation geeignet zu machen. Im Laufe der Versuche stellte sich als zweckmäßige Methode die Behandlung der Knochen mit 20%igem Wasserstoffsyperoxyd heraus, durch das die Eiweißkörper in Leimsubstanzen überführt mit Wasser leicht ausgewaschen werden können. Die Enteiweißung ist dann als ausreichend anzusehen, wenn die Zellkerne aus den Knochenhöhlen herausgelöst sind. Anschließend wird die Entfettung in aktivem Aetherdampf durchgeführt. Dieser Vorgang bewirkt gleichzeitig eine zuverlässige Sterilisation der Späne. Die Aetherdämpfe lösen die Lipoidmembranen der Mikroorganismen einschließlich ihrer Sporen auf, so daß eine sichere Abtötung derselben eintritt. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Späne in keinem Abschnitt der Behandlung auf über 40°C erwärmt werden müssen. Eine weitere Erhitzung dürfte zwar für den biologischen Wert des Spanes kaum schädlich sein, da hormonähnliche Substanzen (Nekrohormon - Bier, Wirkstoff - Levander, Osteogenin - Lacroix, Aktivans - Küntscher) bereits durch das 20%ige Wasserstoffsuperoxyd sicher zerstört werden. Auch der Aetherdampf würde derartige Stoffe vollständig extrahieren. Für den klinischen Wert des Spanes hat die Vermeidung unphysiologischer Temperaturen dagegen eine große Bedeutung; denn die Späne, die nach dem Kieler Verfahren

hergestellt werden, zeigen anfangs nur einen geringen Verlust ihrer mechanischen Qualität, der etwa bei 10% liegt. Durch einen anschließenden Erhitzungsprozeß im Autoklaven werden sie aber mechanisch minderwertig.

Die nach dem oben geschilderten Verfahren hergestellten Späne sind biologisch hochwertig und außerdem mechanisch brauchbar. Im tierexperimentellen Spongiosa-Test zeigen sie gleich gute Bilder wie sie Maatz, Lentz und Graf mit dem unvollkommen ausgeglühten Span erhalten hatten.

Auch Bauermeister erklärt die auf das Lagergewebe gerichtete, aktivierende, kallusfördernde Wirkung des Spanes mit dem Angebot aufgeschlossener Baustoffe, die sich in einer geeigneten physiologischen Struktur befinden. Nach seiner Ansicht wandelt sich die unspezifische Bindegewebszelle auf den massiven chemischen Reiz hin um. Dieser Reiz kann so massiv sein, weil der Knochen durch die Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd in seiner Struktur aufgelockert wird, so daß er porös und spongiös dem angreifenden Gewebe eine große Oberfläche bietet.

Damit stimmt überein, daß die callusfördernde Wirkung der Späne umso stärker ist, je jünger das Spenderindividuum ist; denn jugendliche Knochensubstanz ist in ihrer Struktur weit lockerer als die älterer Spender.

Der Enteiweißungsprozeß ist so durchgreifend, daß die Herkunft der Späne, auto-, homoi- oder heterogen, praktisch keine Rolle mehr spielt. Entscheidend ist einzig und allein die Struktur des Knochens, die in großem Maße vom Alter abhängig ist.
Ein eiweißarmer Span heteroplastischer Herkunft eines jugendlichen Spendertieres ist daher biologisch wertvoller als eiweißarmes autoplastisches Material eines erwachsenen Spenders. Das primär bereits lockere Gefüge des jugendlichen Knochens ist also ein besonders geeignetes Spanmaterial.

1955 wies Maatz zum ersten Male darauf hin, daß die klinische Brauchbarkeit des "K i e l e r Spanes" durch eine geschickte und sinnvolle Verteilung von Compacta und Spongiosa an e i n e m Span in hohem Maß e ver-

bessert wird. Die große innere Oberfläche der Spongiosa löst mit ihrem biologisch hochwertigen Knochenmaterial einen besonders starken Reiz zur Callusbildung durch das Lagergewebe aus und führt gleichzeitig sehr früh zu einer innigen Verflechtung zwischen Lagercallus und Transplantat, während die Corticalis nicht nur die ausreichende mechanische Wertigkeit des Spanes gewährleistet, sondern auch vorzeitige bindegewebige Resorption an kritischen Stellen vermeidet. In Zusammenarbeit haben Maatz und Bauermeister dann das Spanmaterial entwickelt, welches heute von der Firma Braun - Melsungen hergestellt wird.

Alle von Maatz, Lentz und Graf, von Maatz und Bauermeister und von Bauermeister durchgeführten tierexperimentellen Testungen wurden an Hunden vorgenommen. Bekanntlich sind diese Tiere für derartige Versuche besonders geeignet, und deshalb ist eine Übertragung der tierexperimentellen Ergebnisse auf den Menschen weitgehend möglich. Selbstverständlich aber kann endgültig über den Wert oder Unwert eines Transplantates allein die klinische Erfahrung entscheiden.

Klinische Erfahrungen mit dem von Maatz und Bauermeister entwickelten "K i e l e r Span" liegen bisher nur in beschränkter Zahl vor. Das ist auch verständlich, da das Herstellungsverfahren erst vor noch nicht langer Zeit bekanntgegeben wurde. Außerdem werden zur Spanherstellung Apparaturen benötigt, die nicht handelsüblich sind. Weiterhin verlangt die Herstellung eine große Erfahrung, die erst nach längerer Zeit der Spanzubereitung und der klinischen Anwendung gewonnen werden kann.

Vollständige Apparaturen, welche bisher die Gewinnung eines eiweißarmen Spanes ermöglichten, stehen in

Kiel	(Chirurgische Universitätsklinik),
Münster	(Orthopädische Universitätsklinik),
Heidelberg	(Orthopädische Universitätsklinik) und
Berlin	(Chirurgische Abteilung des Auguste-Viktora-Krankenhauses).

An diesen Kliniken wurde der "Kieler Span" bereits in größerem Umfang angewandt. Darüber hinaus erhielten auch andere Häuser von den obengenannten Stätten in kleinerem Umfang Transplantationsmaterial.

1957 berichteten Losee und Boyne über heterogene Späne, die durch Aethylendiamin-Behandlung so weit von Eiweiß und Fett befreit wurden, daß sie für die Transplantation geeignet sind. Das "Ossar", so wird der transplantationsfähige Span genannt, findet besonders in der Kieferchirurgie Verwendung. In mechanischer Hinsicht ist es minderwertig, deshalb dürfte es keine große Bedeutung in der Knochenchirurgie erreichen.

Folgende Mitteilungen und Veröffentlichungen über den "K i e l e r Span" liegen bis jetzt vor:

Maatz berichtete 1955 im Rahmen seines Referates auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie unter Demonstration einschlägiger Fälle über gute klinische Ergebnisse.
1959 berichtete er auf dem Deutschen und dem Internationalen Chirurgenkongreß über weitere klinische Erfahrungen mit dem "Kieler Span".

Kroemer (1956) sprach auf dem Nordwestdeutschen Chirurgenkongreß über besonders rasche Konsolidierung von Unterschenkelpseudarthrosen bei Verwendung des mazerierten Spanes als Anlegespan im Sinne Phemisters. Kroemer war von dem ungewöhnlich raschen Einbau der Späne so beeindruckt, daß er von einem "Wendepunkt in der Knochenchirurgie" glaubte sprechen zu dürfen.

Lentz stellte auf der Tagung des Landesverbandes hessischer Berufsgenossenschaften in Marburg (1957) fest, daß der von Maatz entwickelte Knochenspan durchaus mit dem Autospan vergleichbar ist.

Hepp gibt auf der gleichen Tagung gute klinische Ergebnisse an, ohne bisher Zahlenmaterial zu veröffentlichen. Er betont besonders die Brauchbarkeit dieses Spanmaterials bei Versteifungsoperationen der Wirbelsäule. Bues und Bauermeister demonstrierten 1958 auf der Tagung der Nordwestdeutschen Chirurgen in Kiel Schädeldachplastiken. Es handelte sich

hierbei allerdings um Frühdemonstrationen. Heute wissen wir, daß die Transplantate weitgehend resorbiert wurden.

Bürkle de la Camp schreibt 1960: Soweit unsere bis jetzt nur in geringer Zahl vorgenommenen Untersuchungen mit dem "Kieler Span" ein Urteil zulassen, so scheint er doch den anderen bisher bekannten konservierten Knochen zum mindesten gleichwertig, wahrscheinlich aber überlegen zu sein.

Ganz beachtliche Erfolge veröffentlichte Popkirov (1960), der 28 Knochenhöhlen mit eiweißarmen Spänen ausfüllte. Unter diesen befanden sich 22 Osteomyelitiden. Nur in 3 Fällen kam es zur Sequestration der eingelegten Späne.

1961 berichtet Bauermeister über die Erfolge, die bei der Versorgung von Cysten, Tumoren und entzündlichen Prozessen mit dem "Kieler Span" an mehreren Kliniken erzielt wurden.

Lympius füllte 1961 31 Cysten im Kieferbereich mit "Kieler Span" aus. In 27 Fällen sah er einen vollen Erfolg.

Bei der Auswertung klinischer Fälle aus dem Gebiet der Knochentransplantate ist besondere Sorgfalt anzuwenden, da wegen der Mannigfaltigkeit der operativen Eingriffe kein einheitlicher Maßstab zugrunde gelegt werden kann.

Zum Erfolg einer Spanplastik tragen drei Faktoren bei, die in ihrer Stellung zueinander kaum einen Rangunterschied aufweisen:

1.) Das Lager. Es bestimmt die osteogenetische Potenz,

2.) Die klinische Wertigkeit des Spanes. Sie ist abhängig
   a) vom biologischen Wert der Knochensubstanz,
   b) von der sinnvollen Verteilung von Spongiosa und Compacta.

3.) Die Beziehungen zwischen Lager und Span. Sie sind bei guter Formschlüssigkeit und weitgehender Ausschaltung eines mechanischen Störfaktors als maximal günstig zu bezeichnen.

Ad 1)

Lexer prägte die Ausdrücke "ersatzstarkes, ersatzschwaches und ersatzunfähiges Lager".

Als Lager höchster osteogenetischer Potenz sehen wir die Spongiosa an. Fügt man zum Beispiel in einen aseptischen traumatischen Defekt in der Spongiosa eines Knochens einen Span ein, so erfolgt auch bei minderwertigster Qualität dieses Transplantates im Laufe der Zeit ein Ersatz durch körpereigenen Knochen. Schlechtestenfalls geschieht dies auf dem Wege über die bindegewebige Resorption. Experimentelle Ergebnisse (Spongiosa-Test) und eine große Zahl klinischer Beobachtungen beweisen dies.

Eine wahrscheinlich gleichwertige starke osteogenetische Potenz besitzt der subperiostale Raum. Die traumatische Lösung des Periostes führt zur Verknöcherung des subperiostalen Hämatoms. In diesem Raum gewann Orell sein "Os novum" durch Einfügen des "Os purum".

Dieser ausgeprägten Fähigkeit des subperiostalen Raumes, neuen Knochen zu bilden, bedient sich auch die Phemistermethode, mit der heute bei der Mehrzahl der Fälle von verzögerter Frakturheilung und mit Einschränkung auch der Pseudarthrosen eine Konsolidierung erreicht werden kann.

Zweifellos sind auch alle anderen im Knochen befindlichen aseptischen Defekte als Lager mit großer Ersatzfähigkeit anzusehen. Auf etwas besonderes will ich noch bei einer jugendlichen Knochencyste im Röhrenabschnitt eines Knochens aufmerksam machen. Bei der Operation wird der gesamte Markraum mit dem Transplantat ausgefüllt, also auch der Bereich, welcher vor der Erkrankung nicht mit Knochen angefüllt war und der auch nach völliger Ausheilung wieder frei ist. D.h., daß der Knochen dann wieder die Form eines Röhrenknochens bekommen hat.

Bei Cysten und besonders bei Tumoren, z.B. beim Enchondrom, ist zu beachten, daß der hundertprozentige Transplantationserfolg nur durch eine vollkommene Ausräumung des erkrankten Gewebes gesichert ist, so daß ein Recidiv hauptsächlich der Operationstechnik und nicht dem Lager oder Spanqualität zur Last gelegt werden muß.

Die Anlagerung eines Transplantates an einen Knochen stellt wiederum eine Sonderform in Bezug auf die Lagerqualität dar. Bei der Eden-Plastik gelingt es trotz ausdrücklicher Anweisung des Autors sicher nur in seltenen Fällen, einen Span subperiostal am vorderen Rand der Schulterpfanne anzubringen. Meist liegt er auf oder neben dem Periost. So ist es nicht verwunderlich, daß die Mehrzahl der Späne - einschließlich der autoplastisch frischen - resorbiert wird und zwar rasch, wenn Spongiosa verwendet wurde, langsam bei Verwendung von Corticalis.

Die Weichgewebe bezeichnet man schlechthin als ersatzunfähiges Lager. Zweifellos kommt es dabei auf die Art der Weichgewebe an, ob ihnen jegliche osteogenetische Potenz abzusprechen ist. Wir wissen, daß die Muskulatur zur metaplastischen Knochenneubildung fähig ist. Homoio- und sogar heterogene Späne vermögen ohne Anwesenheit lebender körpereigener Knochenzellen das in der Skelettmuskulatur aufsprießende Keimgewebe zur metaplastischen Knochenbildung zu induzieren. Wir wissen auch, daß die Frakturen unter einem dicken Muskulaturmantel, z.B. am Oberschenkel, gern mit reichlicher Callusbildung heilen. Weiterhin wissen wir auch aus der klinischen Erfahrung, daß einem Skelettabschnitt angefügte Knochentransplantate unter einer guten Muskelbedeckung besonders günstige Aussichten auf knöcherne Einheilung haben. Wir sehen es z.B. bei Wirbelsäulenversteifungen.

Bei der experimentellen Prüfung dieser Beobachtungen fand Bauermeister nach Implantation kleiner spongiöser Bolzen aus eiweißarmen Kalbsknochen in die autochthone Rückenmuskulatur des Hundes in 50% der Fälle nach 14 Tagen eine metaplastische Callusbildung.
Über sehr interessante Versuche berichtet Haasch. Unter der Fragestellung, ob und in welchem Umfang beteiligt sich die Muskulatur an der Knochenneubildung bei Verpflanzung heterogener Späne, legte er bei Schenkelhalsnagelungen einen kleinen Knochenspan in die umgebende Muskulatur. Von 19 wiedergewonnenen Präparaten zeigten 18 eine metaplastische Knochenbildung. Der tote Span ist in der Lage, durch einen besonderen

Reiz auf das pluripotente Keimgewebe eine metaplastische Knochenneubildung auszulösen. Bereits 9 Tage nach der Implantation waren die ersten neugebildeten Knochenzellen sichtbar und nach 6 Wochen waren die kleinen Späne bereits vollständig substituiert.
Die Fähigkeit der Muskulatur, auf entsprechende Reize hin Knochen zu bilden, bleibt aber trotzdem begrenzt. In der Klinik kann dieser Faktor allenfalls nur als unterstützend angesehen werden. Totes, wenn auch biologisch hochwertiges Spanmaterial kann auch in guter Muskulatur größere Knochendefekte nicht überbrücken. So gilt weiterhin die Regel, daß größere Knochendefekte nur durch lebendes autoplastisches Material überbrückt werden können.

Ad 2)
In der Praxis finden wir einerseits die verschiedensten aufnahmefähigen Transplantationslager vor. Sie schwanken in ihrer Wertigkeit zwischen sehr gut und kaum geeignet. Auf der anderen Seite steht nur ein eiweißarmer Span zur Transplantation zur Verfügung, der in seiner Eigenschaft relativ konstant bleibt. Das bezieht sich natürlich nur auf die Wertigkeit der Knochensubstanz, die wir als Materialgüte oder biologischen Wert bezeichnen. Der biologische Wert des Spanes und somit auch die Qualität wird durch das innere Gefüge der Knochensubstanz bestimmt. Der Enteiweißungs- und Denaturierungsprozeß ist so durchgreifend, daß die Herkunft, ob auto-, homoio- oder heterogen, praktisch bedeutungslos wird. Weit wichtiger ist die Aufgeschlossenheit der Knochensubstanz bei Erhaltung der Fibrillen, um die Kalksalze in reichem Maße für den Assimilationsprozeß anbieten zu können.

In diesem Zusammenhang gewinnt das Alter des Spenders eine große Bedeutung. Das primär bereits lockere Gefüge der jugendlichen Knochenstruktur bietet ein besonders geeignetes Ausgangsmaterial zur Gewinnung von biologisch hochwertigen Spänen. Daß eiweißarmes Material heteroplastischer Herkunft vom jugendlichen Spender wertvoller ist als eiweißarmes Material autoplastischer Herkunft eines erwachsenen Spenders, berichtete ich bereits.

Weiterhin ist die Spanqualität von der Größe der inneren Oberfläche abhängig (Maatz). Diese beeinflußt in starkem Maße die Assimilation des Transplantates. Je größer sie im Verhältnis zur Spanmasse ist, desto rascher erfolgt der Prozeß der "schleichenden Substitution", der ja ein ausgesprochener Oberflächenprozeß ist. Die Dichte des Knochens, die für die innere Oberfläche entscheidend ist, variiert weitgehend je nach der Entnahmestelle. Ein außerordentlich festes Material, welches aber trotzdem spongiösen Charakter besitzt, findet sich in den Wachstumskernen. So kann man bei Bedarf Knochenspäne wählen, welche bei nur geringem Volumen eine sehr große Oberfläche besitzen, trotzdem aber über eine im Verhältnis zur Spangröße beträchtliche Menge an Knochensubstanz verfügen, die sie als Baumaterial bereitstellen können.

Knochen jugendlicher Spender sind mechanisch minder wertvoll. Benötigen wir tragfähiges Spanmaterial, so ist, wenn eine ausreichende osteogenetische Potenz des Lagers vorliegt, die Verwendung des nicht so stark callusfördernden Knochens vom ausgewachsenen Rind gegeben. Der Substitutionsprozeß vollzieht sich dann natürlich etwas langsamer.

Unzweckmäßig ist die Verwendung von zerstampfter Spongiosa, z. B. bei Pseudarthrosen oder in Knochenhöhlen. Experimentelle Untersuchungen von Maatz zeigten, daß man durch das Zerstampfen zwar eine erhebliche Vergrößerung der Oberfläche erreicht, dabei aber die innere Struktur der Knochenhartsubstanz vollständig zerstört. Im Spongiosa-Test konnte Maatz beobachten, daß diese zerbrochene Spongiosa wesentlich langsamer substituiert wird. Das Lagergewebe gibt sich offenbar nicht mit dem einfachen Angebot von Baustoffen zufrieden, sondern es legt Wert auf die Erhaltung des Knochengerüstes, an dem wie an einem Klettergerüst das einsprossende Gewebe entlangwandern kann. Bei der zerstampften Spongiosa legen die histologischen Bilder den Gedanken nahe an eine Leiter mit zerbrochenen Strossen.

Die Spongiosa des jungen Tieres ist zerbrechlich. Späne, welche eine gewisse Festigkeit besitzen müssen, werden darum sinnvoll so aus dem

Skelett des Tieres herausgeschnitten, daß geeignete Kombinationen von Corticalis und Spongiosa dem Span sowohl die hohe biologische Wertigkeit als auch eine ausreichende Festigkeit garantieren (Maatz). Die Spongiosa soll dem Wirtsknochen anliegen und ihm eine möglichst große und breite Angriffsfläche bieten. Die Corticalis dagegen hat die mechanische Leistung des Spanes zu übernehmen und soll an den besonders gefährdeten Stellen einer vorzeitigen bindegewebigen Resorption vorbeugen.

Als Beispiel für die Verteilung diene der Anlegespan. Dieser soll außen und besonders im mittleren Abschnitt corticale Bestandteile haben, da durch sie die Festigkeit garantiert wird. Die dem Knochen anliegende Seite soll aus Spongiosa bestehen, auch seine Enden können ebenfalls in Schwammknochen auslaufen. Dabei erhält der Span die Gestalt, in der sich am Knochen bei ungestörter Heilung der Callus zu bilden pflegt, nämlich die Form einer halben Spindel.

Ad 3)
Bei der Beziehung zwischen Lager und Span spielt die Formschlüssigkeit eine Rolle. Maatz prägte diesen Ausdruck und wies auf die Wichtigkeit dieses Faktors hin, der durch die Operationstechnik weitgehend bestimmt werden kann. Bei Verwendung von formschlüssig anliegenden Spänen wird eine rasche Konsolidierung erreicht. So werden z. B. verzögert heilende Frakturen oder Pseudarthrosen, deren Fragmente eine Seitenverschiebung zeigen, durch Stufenspäne versorgt. Auf diese Weise bleibt dem Wirtsgewebe das Durchwachsen unnötiger Entfernungen erspart. Zumal auch der biologisch hochwertige "Kieler Span" den Callus nicht zum Überspringen von Lücken anzuregen vermag (Maatz).

Noch nicht geklärt ist die Rolle des mechanischen Kräftespiels zwischen Span und Lager. Vergegenwärtigen wir uns die Situation bei zwei Extremen. Für den "Lexer-Prügel" wird ein ausreichendes großes Spanbett in die Fragmentenden gemeißelt. Der dicke Span wird tischlermäßig eingefügt und mit Schrauben oder Ligaturdrähten handwerklich fixiert. Bei guter operativer Arbeit sind Span und Lagerknochen fest gegeneinandergepreßt,

so daß schädliche Bewegungen an den Berührungsstellen ausgeschaltet sind.

Nach der Phemister-Methode wird ein flacher Span subperiostal über einen zu versorgenden Pseudarthrosenspalt "angelegt". Die Ruhigstellung erfolgt mit Gipsverband. Die Heilungsaussichten sind ausgezeichnet, obgleich dieser Gipsverband ganz sicher nicht in der Lage ist, die Fragmente und den Span vollständig ruhig zu stellen.

Ein geringfügiges "Arbeiten" zwischen den Fragmentenden und Span spielt offenbar ebensowenig wie bei der Frakturheilung eine nachteilige Rolle. Gröbere Bewegungen, welche entweder im Pseudarthrosenspalt oder zwischen Mutterknochen und Span - besonders im Sinne der Scherwirkung - auftreten, wirken sich allerdings verheerend aus. Ein mechanischer Störfaktor gefährdet den Erfolg. Ist der Störfaktor stark, so vernichtet er mit Sicherheit jegliche Aussicht auf Gelingen.

Weiterhin muß den trophischen Verhältnissen des Knochens Beachtung geschenkt werden. Als erster legte A. W. Fischer und später Böhler nach Nagelung einer Pseudarthrose gern "vorsorglich" einen Span über die Fragmentenden. Viele andere Autoren verfahren noch heute ebenso. Besser ist: S p a n oder N a g e l ! Besonders in letzter Zeit haben Maatz und Lentz noch einmal darauf hingewiesen. Wird ein Röhrenknochen innen und außen skelettiert, innen durch den Marknagel und außen durch die subperiostale Spananlagerung, fallen die Fragmentenden allzuleicht einer aseptischen Nekrose anheim. Das erkennt man mit völliger Sicherheit nur dann, wenn einmal das Unglück einer Infektion eintritt. Dann gibt es Kronensequester ! Aseptisch beobachten wir nur eine erhebliche Verlängerung der Konsolidierungszeit.

Schließlich noch eine Bemerkung über eine Eigenschaft, die nur der eiweißarme Knochenspan besitzt:
Da seine organischen Bestandteile weitgehend entfernt worden sind, stellt der Span keinen Nährboden für Bakterien dar. Man kann ihn daher bei Transplantationen im infektgefährdeten Bereich als das Material der Wahl

ansehen. Trotzdem besteht kein Zweifel darüber, daß z.B. die Heilungsaussichten bei osteomyelitischen Resthöhlen nach Ausfüllung mit Spanmaterial wesentlich schlechter sind als bei aseptischen Knochenhöhlen. Wenn auch milde Infektionen eine besonders lebhafte Callusbildung veranlassen können (A.W. Fischer), so kann das doch nur als Ausnahme angesehen werden. Bei den offenen Frakturen ist immer mit einer Keimverschmutzung zu rechnen. Das Angehen einer Infektion ist unter anderem auch davon abhängig, ob die Keime einen guten Nährboden finden. Da der "Kieler Span" nur in den Fibrillen denaturiertes Eiweiß besitzt, ist er zumindest ein schlechter Nährboden. Er kann also bei offenen Frakturen verwendet werden, ohne daß man dabei fürchten muß, das Angehen einer Infektion zu provozieren.

Durch die Implantation von eiweißarmen Spänen kann der Organismus des Empfängers nicht sensibilisiert werden, wie Kemkes und Kienholz bei umfangreichen Versuchen mit Kaninchen feststellten.

Teil II

KLINISCHE AUSWERTUNG

Die Auswertung eines Krankengutes, an dem die Brauchbarkeit eines Spanmaterials im Vergleich zu anderen Spanarten geprüft werden soll, ist schwierig. Art der Erkrankung, Sitz und Form, Knochenbildungsfähigkeit des Spanbettes und Operationstechnik sind Faktoren, welche das Bild verwirrend komplizieren können.

Zweckmäßig erscheint zunächst einmal eine Unterteilung in:

A) Intraossäre Lagerung des Spanes

B_1) Extraossäre Lagerung des Spanes (Anlegespan)

B_2) Extraossäre Lagerung des Spanes (Lexerspan)

C) Sonstige Verwendungsarten

Bei der Auswertung werden folgende Punkte besonders berücksichtigt:

a) Die Verträglichkeit des Spanes (einschließlich evtl. Infektionen).

b) Der Anschluß des Spanes an den Mutterboden.

c) Die Substitution des Spanes durch körpereigenen Knochen.

d) Der klinische Erfolg (z. B. bei Pseudarthrosen, deren knöcherne Heilung, bei Knochenhöhlen deren Ausheilung, bei Gelenkaufbau die Tragfähigkeit des Spanes bis zur Heilung).

A. Intraossäre Lagerung des Spanes

Knochenhöhlen

In der Gruppe der intraossären Spanverpflanzung will ich zunächst die Versorgung von Knochenhöhlen besprechen.

Wir unterscheiden:

1) aseptische und

2) infektiöse Knochenhöhlen.

Ad 1)

Voraussetzung für die erfolgreiche Ausfüllung einer Knochenhöhle ist die radikale Ausräumung derselben. Das gilt sowohl für die aseptische als auch für die infektiöse. Ist die Höhle gesäubert, so kann das Implantationsmaterial in ein ersatzstarkes Lager - die Spongiosa können wir als solches bezeichnen - gelegt werden. Dabei kommt spongiöses Material zur Verwendung. Somit kann der Prozeß der "schleichenden Substitution" sehr rasch ablaufen. Besondere Festigkeit wird von den Implantaten nicht verlangt. Es ist großer Wert auf eine möglichst vollständige Ausfüllung des Knochendefektes zu legen. Handelte es sich um größere Höhlen, z.B. im distalen Humerus oder im Tibiakopf, so wurden mehrere Spongiosastücke eingelegt. Bei den aseptischen Knochenhöhlen heilten sämtliche Operationswunden per primam.

Die Dauer bis zur vollständigen Einheilung der implantierten Knochenspäne ist natürlich weitgehend von der Spangröße abhängig. Zunächst werden die anfangs scharfen Grenzen der Späne unscharf, das Transplantat wird strahlenundurchlässiger. Im Durchschnitt beginnt dieser Prozeß etwa nach 4 - 5 Wochen. Bei kleineren Spänen, die am Finger implantiert worden sind, konnte man bereits nach 4 Monaten auf Grund von Röntgenkontrollen von einem Abschluß des Einbauprozesses und völliger Durchkonstruierung des neuen Knochens sprechen.

Diesen frühzeitigen Erfolg sahen wir zweimal bei Knochenhöhlen nach Ausräumung eines Enchondroms und einmal bei einer Cyste am Finger, die mit mazerierten Spänen ausgefüllt wurden.

Einen sehr schnellen Assimilationsprozeß machte auch ein Kalbsspan etwa von der Größe eines Spielwürfels durch, der nach Entfernung eines Hygroms am Tibiakopf implantiert wurde.
(Pat. W.,F. 60 J., Kgsch.: 6525/59)

Bei größeren Höhlen, z. B. in der Tibia, war der Prozeß der völligen Assimilation nach Ablauf von etwa 7 - 9 Monaten beendet.
Insgesamt wurden 13 aseptische Knochenhöhlen mit mazerierten Spänen ausgefüllt.

6 mal bei Ostitis fibrosa, z. T. mit Recidiven,
5 mal bei Cysten verschiedener Art
1 mal bei Myxofibrom und
1 mal bei osteogenem Sarkom.

Die Ergebnisse waren in allen Fällen sehr gut. Die Wundheilung vollzog sich immer per primam; der Assimilationsprozeß lief störungsfrei ab, was auch zu erwarten war, da die Späne in ein steriles Gebiet verpflanzt worden sind.

Ad 2)
Ein sehr schwieriges und umstrittenes Indikationsgebiet für eine Spanverpflanung stellen die infektiösen Knochenhöhlen dar. Viele Autoren sehen sie als eine absolute Kontraindikation für ein solches Vorhaben an. Dabei ist es so eminent wichtig, größere Defekte möglichst rasch zu schließen, da speziell bei langen Röhrenknochen eine erhöhte Frakturbereitschaft besteht. Beim Vergleich mit auto- und homoioplastischem Material erweist sich der "Kieler Span" bei der Ausfüllung von septischen Knochenhöhlen durchaus als der bessere. Er ist für dieses Indikationsgebiet wie geschaffen. Da nach der Konservierung nur noch anorganische Knochensubstanz vorhanden ist, bietet das Spanmaterial keinerlei Nährboden für die im Wundgebiet befindliche Mikrobenflora.

Die infektiösen Knochenhöhlen werden zweckmäßig unterteilt in:

a) fistelnde und
b) nichtfistelnde Knochenhöhlen.

Von den 7 ausgefüllten infektiösen Knochenhöhlen waren 3 ohne Fistelbildung.

Ein besonders schönes Beispiel ist die Ausräumung und Ausfüllung einer osteomyelitischen Höhle, die als Folge einer 1945 erlittenen Splitterver-

letzung entstanden war. Aus der Höhle wurde ein etwa kirschkerngroßer Granatsplitter entfernt und das Cavum selbst mit mazerierter Spongiosa ausgefüllt. Die Wunde heilte pp., eine Kontrolle nach 15 1/2 Monaten ergab eine gute Assimilation des Knochens und eine Verkleinerung der Höhle auf den halben Durchmesser.
(Pat.: J., E. 29 J. Kgsch.: 2090/56)

Große Schwierigkeiten bereiten selbstverständlich sehr alte Osteomyelitiden. Ein seit 1924 bestehender Prozeß am Humerus konnte nicht beseitigt werden. Nach der Operation kam es im Wundgebiet zu entzündlichen Infiltrationen, die schließlich in Suppuration übergingen. 18 Wochen nach der Implantation hatte der Span bei der Röntgen-Kontrolle noch vollkommen scharfe Grenzen, dabei war er geringfügig schattendichter geworden. Ein Anschluß an den Wirtsknochen hatte bis dahin noch nicht stattgefunden und war nach diesem Verlauf auch nicht mehr zu erwarten.
(Pat.: B., H. 52 J. Kgsch.: 7228/55)

Ein lange Zeit fistelnder osteomyelitischer Prozeß an der Ulna konnte gut beherrscht werden. Nach erfolgter pp.-Wundheilung war der eingelegte Knochenspan nach Ablauf von 10 Monaten nicht mehr nachweisbar. Ein muldenförmiger Defekt, der vor der Transplantation bestanden hatte, ist röntgenologisch nicht mehr sicher zu erkennen.
(Pat.: D., F. 35 J. Kgsch.: 2791/56)

Bei insgesamt 7 Transplantationen, von denen 1 Fall nicht zu verwerten ist, da der Patient nach 6 Wochen verstarb - es handelte sich hier um eine Echinokokken-Höhle am Os sacrum mit fortschreitender Lähmung - gab es 3 pp.-Heilungen mit Ausheilung der Prozesse. Bei einem alten, bereits erwähnten, osteomyelitischen Prozeß kam es zur Eiterung. Der eingelegte Span zeigte in seiner Höhle am Humerus keinerlei Veränderungen. In zwei Fällen trat eine Spätsekretion ein. Einmal geschah es bei einer Osteomyelitis im distalen Tibiaabschnitt. In beiden Fällen blieb der knöcherne Einbau der eingelagerten Späne aus, auch resorptive Vorgänge waren nicht nachweisbar. Das implantierte Material wurde im Laufe der weiteren Behandlung wieder entfernt.

Zusammenfassend kann man zu der Verwendung von "Kieler Spänen" bei infektiösen Knochenhöhlen sagen, daß sie durchaus dazu gut geeignet sind. Wenn auch die Erfolgsaussichten unter den ungünstigen Bedingungen geringer sind als bei anderen Indikationen, so wird doch der "Kieler Span" weder vom homoi- noch vom autoplastischen auf diesem Gebiet übertroffen. Die bisherigen Transplantationsergebnisse, besonders die von Popkirov, über die bereits berichtet wurde, berechtigen zu weiteren Unternehmungen, obwohl man sonst bisher in der Literatur nur wenig Zustimmung fand.

Mit berechtigtem Optimismus berichtet Bauermeister über ausgezeichnete Erfolge bei der Behandlung von Cysten, Tumoren und entzündlichen Prozessen des Knochens mit dem "Kieler Knochenspan". Die Eigenschaften des eiweißarmen Spanes werden besonders bei der Ausfüllung von infizierten Knochenhöhlen hervorgehoben. Eine Verwendung von autoplastischem Material hält er in solchen Fällen nicht für vorteilhaft. In einer Übersicht aus 4 verschiedenen Kliniken referiert Bauermeister u.a. über die Versorgung von 2 tuberkulösen Herden und 34 fistelnden oder geschlossenen Osteomyelitiden, bei denen es nur 13 Versager gab.

Gelenkflächenaufbau

An erster Stelle der intraossären Transplantationen stehen zahlenmäßig die Unterfütterungen frakturzerstörter Gelenkflächen. Die Ergebnisse sind hierbei als äußerst gut zu bezeichnen.
Dafür gibt es 2 Gründe:

1) Die Implantation wird in einem aseptischen Gebiet durchgeführt.
2) Der verpflanzte Span ist hauptsächlich von Spongiosa, also einem besonders regenerationsfähigen Lager, umgeben.

Ausgezeichnete Ergebnisse sahen wir bei Frakturen des Radiusköpfchen mit Dislokation, welche geschlossen nicht beseitigt werden konnte. Durch

Fixierung mittels eines eiweißarmen Knochenspanes gelang die Herstellung normaler anatomischer Gelenkverhältnisse auf operativem Wege. Die Erfolge waren in klinischer, funktioneller und röntgenologischer Hinsicht hervorragend. 10 Radiusköpfchen wurden auf diese Weise versorgt. In jedem Fall war die Wundheilung ungestört. Bei Röntgen-Kontrollen 4 - 5 Monate post operationem konnten die Späne nicht mehr ermittelt werden, daß heißt, der Substitutions-Prozeß war nach dieser relativ kurzen Zeit bereits abgeschlossen. Nur einmal kam es nach der Fixierung zu einer erneuten Dislokation.

Eine Assimilation des Spanes und somit ein Erfolg der Spannung ist nur dann möglich, wenn das Transplantat vollkommen ruhig und fest in seinem Bett liegen kann. Als Beispiel für eine unruhige Lagerung berichte ich von einem Spannungsversuch bei einer Oberarmkopffraktur, die mit einer Parese der Nn. ulnaris et medianus einherging. Nach Reposition der Fraktur war eine winkelgerechte Anpassung des Kopfes an den Humerusschaft nicht mehr möglich, da mehrere kleinere Knochenfragmente fehlten. Durch Einschlagen eines mazerierten Spongiosaspanes konnte zunächst die richtige Lage des Kopfes wiederhergestellt werden, so daß die Fixation durch eine Schraube nötig war. Trotzdem rutschte nach kurzer Zeit der Kopf wieder vom Humerusschaft ab. Secundär kam noch eine Infektion im Wundgebiet hinzu, in deren Verlauf der Span und die Schraube wieder entfernt werden mußten.
(Pat.: P., E. 57 J. Kgsch.: 3975/56)

Den größten Anteil der untersuchten Fälle stellten die Tibiakopffrakturen. Genauer gesagt, es handelte sich meistens um Tibiakopfimpressionsfrakturen, bei denen infolge Kompressionen der Spongiosa ein Teil der Tibiagelenkfläche tief in den Tibiakopf eingedrückt war. Um wieder normale Gelenkverhältnisse zu schaffen, muß diese Fläche angehoben werden. Durch Unterpolsterung mit einem keilförmigen Knochenspan läßt sich die wieder angehobene Gelenkfläche auf gleicher Ebene mit der in-

takten Seite halten. Die bei einfachen Tibiakopffrakturen durchgeführte Fixation der Fragmente mit einer Federkopfschraube (Maatz) reicht bei Impressionsfrakturen nicht aus. Die Schraube wird aber oft zusätzlich zur Anwendung kommen müssen, da die Federspannung die Fragmente am Platze hält, ihr erneutes Absinken mit Verbreiterung des Tibiakopfes verhindert und so einem "Wackelknie trotz Operation" vorbeugt.

Die Spanunterpolsterung führt man möglichst sofort nach dem Unfall durch. In der Regel bestehen die Knochenkeile aus Corticalis mit geringen Spongiosaanteilen. Bei der Fragmentstellung wurde meist eine Überkorrektur angestrebt und erreicht, die sich dann unter dem Druck des Femurcondylus im Laufe der ersten Wochen wieder vollkommen ausgleicht. Bei 77 Unterpolsterungen gab es eine Sekundärheilung und ein andermal war die hinzugekommene Infektion nicht zu beherrschen, so daß es schließlich zur Amputation kam. Bei einem Tabiker kam es einmal zum Zusammensinken des minder festen Spongiosakeiles.
Im übrigen war die Verträglichkeit des Spanes ausgezeichnet. Es kam zu keiner Fremdkörperreaktion oder gar zu einer Sequestration. Überall fand der Knochenkeil einen guten Anschluß an das umgebende Wirtsgewebe, so daß in keinem Falle eine bindegewebige Einscheidung des Transplantates stattfand. Das ist durchaus als Beweis für die Gewebefreundlichkeit des Spanmaterials zu werten.

3 - 4 Wochen nach der Verpflanzung konnte röntgenologisch bereits die erste Stufe des Transplantateinbaues festgestellt werden. Die Späne zeigten keine scharfen Grenzen mehr, wie es bei den Aufnahmen nach der Operation der Fall war, sondern sie waren verwaschen. Der Assimilationsprozeß war durch die "schleichende Substitution" voll in Gang gekommen, ein Prozeß, der an einem Spanpräparat 8 Wochen nach der Verpflanzung untersucht werden konnte. Dieses stammte von einer Patientin, die infolge einer Lungenembolie ad exitum kam: Sämtliche Zellhöhlen des Transplantates waren leer, ein Zeichen für die Vollständigkeit und Güte der Mazeration. Die "schleichende Substitution" war bereits von der Peripherie des Spanes bis zum Zentrum vorgedrungen, und es hatte

sich an den Knochenbälkchen ein schmaler Saum von Osteoid, teilweise bereits von verkalktem neuen Knochen angesetzt.
(Pat.: M., V. 53 J. Kgsch.: 7140/56)

In der Mehrzahl der Fälle begannen die Späne nach 1 - 2 Monaten strahlenundurchlässiger zu werden. Bei einer Beobachtung steigerte sich das in einem solchen Maße, daß der Verdacht aufkam, der Span sklerosiere vollständig und werde als Fremdkörper liegen bleiben. Nach 7 Monaten hatte der Span seine alte Strahlendurchlässigkeit fast wieder erhalten und bei einer Röntgen-Kontrolle nach 1 1/2 Jahren sah man außer einem nur noch 2 mm breiten Verdichtungsstreifen eine nahezu vollständige Assimilation des Spanes, dessen eigentliche Begrenzung nicht mehr feststellbar war. Die vorübergehende Verdichtung des Spanes erklärt sich durch die starke Knochenneubildung im Span, welche stärker ist als der Spanabbau (Maatz). Ähnliche Bilder ließen sich im Tierversuch mit dem Spongiosa-Test beobachten und feingeweblich kontrollieren.
(Pat.: Sch., Ch. 27 J. Kgsch.: 3064/56) (siehe Abb. auf Seite 57).

Nach der Tibiakopfunterpolsterung konnte bei ungestörtem Verlauf der Gips nach 5 Wochen entfernt werden. Eine Gehbelastung wurde allerdings nur in besonders gelagerten Fällen vor Ablauf des 3. Monats gestattet. Die Assimilation des Spanes war bis auf wenige Ausnahmen spätestens nach einem halben Jahr abgeschlossen. Der funktionelle Erfolg der Spanverpflanzung war in jedem Falle ausgezeichnet. Die Patienten erreichten bereits bis zur Entlassung aus der stationären Behandlung eine aktive und passive Beweglichkeit im Kniegelenk von 180° bis zu 90°.

Mit gleich großem Erfolg wurde der Gelenkflächenaufbau an der distalen Tibia durchgeführt. Dieser mußte bei Luxationsfrakturen ausgeführt werden, bei denen durch einseitige Kompression der Knochensubstanz an der Tibiagelenkfläche der Talus gekippt stehen blieb. Bei der blutigen Reposition wurde die Gelenkfläche auf der gestauchten Seite mit einem

Meißel heruntergedrückt, in den entstandenen Zwischenraum ein dichter Spongiosaspan eingeschlagen und der Malleolus tibialis mit einer Spongiosafeder fixiert. Bei primärer Wundheilung sah man röntgenologisch nach 3 bzw. 5 Wochen eine geringe Verdichtung des Spanes. Die völlige Durchkonstruktion desselben war nach Ablauf von etwa 6 Monaten abgeschlossen.

Eine besonders komplizierte Gelenkverletzung lag bei einer 58-jährigen Patientin vor: Abriß eines großen vorderen Volkmannschen Dreiecks und Einbruch in die Gelenkfläche, weiterhin eine nicht wesentlich dislozierte Fraktur des Malleolus tibialis. Das abgesprengte Volkmannsche Dreieck war zunächst mit einer Federkopfschraube an den Tibiaschaft fixiert worden. Es resultierte aber eine Inkongruenz der Gelenkflächen mit zu kleinem Radius an der Tibia, hervorgerufen durch ein "verlorenes" Gelenkstück, welches irgendwo tief in der Spongiosa liegen mußte. Die Schraube wurde gelöst. Der Knick in der Gelenkfläche war zwar aufgehoben, aber es klaffte ein erheblicher Defekt. Dieser wurde mit einem keilförmigen Knochenspan ausgefüllt, der etwa 25 mm lang und am Rücken etwa 4 mm breit war. Durch ihn gelang es, wieder glatte Verhältnisse an der Gelenkfläche zu schaffen. Nach einem Monat zeigten die Röntgenbilder verwaschene Spangrenzen als Zeichen beginnender knöcherner Konsolidierung. Bereits 2 Monate post operationem ließen sich die Grenzen des eingelegten Knochenspanes kaum noch darstellen. Nach einem weiteren Monat war der Assimilationsprozeß so weit fortgeschritten, daß der Frakturspalt und die Grenzen des eingelegten Knochenspanes überhaupt nicht mehr zu erkennen waren. Die Patientin konnte 12 Wochen nach der Operation entlassen werden. Bei guter Gelenkbeweglichkeit lief sie ohne wesentliche Beschwerden.
(Pat.: D., E. 58 J. Kgsch.: 8135/58) (Abb. auf Seite 58/59).

Anfänglich wurden zur Gelenkunterfütterung minder feste Spongiosablöcke oder Keile aus Kalbsknochen verwendet. 2 mal kam es dabei zum Zusammensinken des Materials (einmal allerdings bei einem Tabiker). Darum werden ab 1961 Späne vom ausgewachsenen Rind verwendet. Sie sind trag-

fähiger und gestatten frühere Belastung. Die langsamere Substitution ist klinisch belanglos.

Osteosynthese mit Bolzen, Keilen u.a.

Im folgenden berichte ich über die intraossäre Verwendung von Spänen in Form von Bolzen, Keilen u.a., also als Osteosynthese-Material. Derartig geformte Knochen aus heterogenem Material finden schon seit vielen Jahren Verwendung (Henderson, Debrunner u.a.). Bei diesen Autoren ging es hauptsächlich um den rein prothetischen Effekt der implantierten Späne. Die baldige und vollständige Assimilation des Transplantates war völlig secundärer Natur.

Bei den von mir untersuchten Fällen wurde z.T. von besonders geformten corticalen Spänen ebenfalls ein erheblicher mechanischer Stützeffekt gefordert. Aber auch diese Transplantate wurden infolge ihres gewebefreundlichen Verhaltens assimiliert, und meistens sogar sehr rasch. Sie blieben also nie als Prothese im eigentlichen Sinne, das heißt als Fremdkörper, liegen.

Als Beispiel berichte ich von einer percondylären Humerus-Fraktur mit Dislokation der Trochlea. Zwei Repositionsversuche blieben ohne Erfolg. Nach blutiger Stellung wurde die Trochlea durch einen mazerierten Knochen fixiert. Nach 5 Wochen sah man röntgenologisch eine ausgezeichnete Callusbildung. 5 Monate post operationem war der eingelegte Span nur noch mit Mühe erkennbar. Der im Condylus liegende Anteil hatte die gleiche Strahlendurchlässigkeit wie der umgebende Knochen angenommen. Die Spangrenzen waren nicht mehr bestimmbar. Zusammenfassend: Völlige Assimilation des Transplantates, gute Frakturheilung und ausgezeichneter funktioneller Erfolg. Ein kleiner extraossärer Anteil des Bolzens war in gleicher Zeit nahezu resorbiert worden.
(Pat.: W., E. 61 J. Kgsch.: 7424/55) (siehe Abb. auf Seite 60).

Ein weiteres Beispiel: Komplette Unterarmfraktur eines 10-jährigen Jungen. Wegen stärkerer Dislokation trotz wiederholten Repositionsversuchen wurde ein mazerierter Span als Schrägstift durch beide Fragmente geschlagen. Neben der prothetischen Hilfestellung kam es zu einem vorzüglichen osteogenetischen Reiz. Nach 4 Wochen sah man unscharfe Spangrenzen und gute periostale Callusbildung. Nach weiteren 2 Wochen hatte das Transplantat keine feste Grenze mehr. Der Abschluß des Assimilationsprozesses konnte leider nicht im Röntgenbild festgehalten werden, da sich eine Nachuntersuchung nicht durchführen ließ.
(Pat.: Sch., R. 10 J. Kgsch.: 8664/55)

Besonders in den letzten beiden Jahren wurde die Spanung bei verzögerter Heilung oder Pseudarthrosenbildung nach medialer Schenkelhalsfraktur durchgeführt. Die Tragfähigkeit kann zwar nur durch den Metall-Nagel gewährleistet werden, aber der zusätzlich eingeschlagene calluslockende Span, der als T- oder U-Span aus Corticalis und Spongiosa geformt wurde, führte eine weit schnellere Konsolidierung der Fraktur herbei, ja in manchen Fällen war durch seinen osteogenetischen Reiz eine Frakturheilung erst möglich, so z.B. bei beginnenden Kopfnekrosen.

Bei 14 gespanten und genagelten Schenkelhalsfrakturen kam es in 4 Fällen, bei denen der Nagel abgerutscht war, wegen zu großer Belastung zur Spanfraktur.

Bei einer 65jährigen Patientin wurde 1/4 Jahr nach Nagelung wegen einer medialen Schenkelhalsfraktur oberhalb des Nagels ein Spongiosa-Corticalis-Span in einen vorgebohrten Kanal eingeschlagen, da bisher keine Callusbildung feststellbar war. 4 Wochen später war sie deutlich nachweisbar. 7 Wochen nach der Spanung zeigte das Röntgenbild die beginnende Konsolidierung im gesamten lateralen Anteil der Fraktur. Nach einer weiteren Woche konnte sich die Patientin beschwerdefrei der ersten Gehbelastung unterziehen. Nach Ablauf eines Jahres sah man bei der Röntgen-Kontrolle eine völlig konsolidierte Fraktur bei guter Gehfähigkeit, obwohl 7 Wochen nach der Nagelung medial noch ein Frakturspalt von einem halben Zenti-

meter klaffte.
(Pat.: Sch., E. 65 J. Kgsch.: 7824/59) (Abb. auf Seite 61)

Bei einer Oberschenkelosteotomie wegen eines Genu recurvatum wurde ein mazerierter Knochen in Form eines Keiles eingesetzt, der aus Ochsenknochen gefertigt war. Nach einer glatten Wundheilung vollzog sich ein guter Einbau des eingefügten Keiles.
(Pat.: N., R. 18 J. Kgsch.: 1402/55 K)

Bei einer Tibiaquerfraktur gelang nach zwei vergeblichen Repositionsversuchen eine Fixation mittels eines mazerierten Knochens in der Form eines Bolzens, der waagerecht zwischen den beiden Fragmentenden eingefügt wurde, so daß ein erneutes Abrutschen derselben nicht mehr möglich war. Bereits nach 2 Wochen war im Röntgenbild eine deutliche Callusbildung sichtbar. 6 Wochen nach der Operation hoben sich die Spankonturen bereits völlig verwaschen ab. Bei einer Röntgen-Kontrolle nach 1 1/2 Jahren konnte man den eingefügten Knochenbolzen nicht mehr nachweisen. Im Bereich der ehemaligen Fraktur war nur noch eine ganz gering diffus verdichtete Zone von etwa 2 cm Länge sichtbar, die sich über die ganze Schaftbreite ausdehnte. Der eingelegte Span ist vollständig in körpereigenen Knochen umgebaut worden. Mit größter Wahrscheinlichkeit war die Assimilation bereits viel früher abgeschlossen.
(Pat.: D., R. 12 J. Kgsch.: 8527/55) (Abb. auf Seite 62 und 63)

Besonders kompliziert gestaltet sich die Behandlung der Calcaneusfrakturen. In 3 Fällen wurde eine operative Behandlung durchgeführt. Einmal geschah die Fixation der Calcaneusfragmente durch 3 Späne, die vom Tuber calcanei aus nach Herstellung des Tubergelenkwinkels in vorgebohrte Kanäle eingeschlagen wurden, welche unter Schonung der Gelenkflächen quer durch beide Frakturstücke verliefen. 3 Wochen post operationem begann eine Fistelbildung, die 2 1/2 Monate nach der Spanung zur Sequestration eines Spanes führte. Dessen ungeachtet unterlagen die beiden anderen der Assimilation. Einen Monat später war der mediale Anteil des unteren Spanes kaum noch vom Wirtsknochen zu unterscheiden.

Eine Röntgen-Kontrolle 1 1/2 Jahre nach der Operation ließ die beiden verbliebenen Späne nicht mehr erkennen.
(Pat.: G.F. 28 J. Kgsch.: 9484/55)

Bei einer anderen Patientin, die in einem depressiven Anfall einen Suicidversuch unternommen hatte, wurden beide Calcanei mit Spänen versorgt. Ein entzündlicher Knochenprozeß erzwang nach 6 Monaten auf einer Seite die Entfernung der beiden eingelegten Späne. Im histologischen Bild zeigte sich keine Knochenbildung. Dagegen wurden die beiden Späne im anderen Calcaneus komplikationslos assimiliert. Der Tubercalcaneuswinkel betrug nach der Aufrichtung mittels Knochenspäne in dem einen Falle 15° und in dem anderen 22°.
(Pat.: K., W. 61 J. Kgsch.: 8192/55)

In beiden Fällen erfolgte die Gipsabnahme 6 Monate nach der Operation.

Eine alte Calcaneusfraktur wurde 4 Jahre nach dem Unfall durch Arthrodese des unteren Sprunggelenkes erfolgreich mit einem Knochenspan versorgt. 12 Wochen post operationem entfernte man den Gips und legte einen Zinkleimverband an. Mit entsprechenden Einlagen versehen konnte die Patientin ohne Beschwerden laufen. Spätere Kontrollen zeigten einen guten Einbau des Spanes.
(Pat.: E., A. 18 J. Kgsch.: 3226/54 K)

B.1 Extraossäre Lagerung des Spanes (Anlegespan)

Verzögerte Verfestigung

Ausgezeichnet bewährt hat sich der "Kieler Span" als Anlegespan im Sinne Phemisters. Die Indikation ist bei verzögerter Verfestigung einer Fraktur und bei Pseudarthrosen gegeben. Entscheidend ist dabei neben dem klinischen Erfolg, welcher ja in der Mehrzahl der Fälle auch mit einem homoiogenen Tiefkühlspan erreicht wird, die Zeitdauer bis zum Erfolg. Sie ist beim "Kieler Material" entscheidend verkürzt.

Einmal erfolgte die Spanung einer Radius- und Ulna-Fraktur, nachdem vorher ein Ulna-Nagel entfernt worden war, weil er sich herausgearbeitet hatte. Die Spanplastik wurde 7 Monate nach dem Unfall durchgeführt. Die Röntgenkontrolle nach einem Monat zeigte verwaschene Spangrenzen. Nach Ablauf von 4 Monaten sah man einen tadellosen Anbau des Spanes. Der weitere Einbau des Transplantates war etwas verzögert, weil es aus purer Corticalis bestand, die verständlicherweise einer längeren Assimilationszeit bedarf.

In unserer Aufstellung haben wir 12 Tibia-Anlegespäne bei verzögerter Verfestigung. Diese Fälle sind verständlicherweise immer besonders infektgefährdet. So kam es auch bei der einen der primär offenen Frakturen nach der Spananlagerung zur Spätinfektion. Der klinische Erfolg, die knöcherne Heilung, wurde dadurch nicht gestört.

Die durchschnittliche Wartezeit zwischen Fraktur und Spanung betrug 8 - 10 Wochen. Zeigte sich in diesem Zeitraum keine ausreichende Callusbildung, so wurde die Indikation zur Spananlagerung gestellt.
Etwa 5 Wochen nach der Spanung sah man im Röntgenbild verwaschene Konturen des Spanes, eine Woche später begann die Herstellung einer Verbindung zwischen Transplantat und Wirtsknochen. Klinisch trat eine Verfestigung der Frakturen mit verzögerter Heilung im Durchschnitt 7 1/2 Wochen nach der Spananlagerung ein. Nur in einem Falle kam es nicht zu einem Heilungserfolg. Wegen ständiger Suppuration wurde die Amputation des Beines unumgänglich. Einmal mußte aus einer Fistel ein Spansequester entfernt werden, die beiden anderen angelegten Späne wurden im Verlauf von 9 Monaten um die Hälfte resorbiert, waren aber von reichlich Callus umgeben, so daß sich die Fraktur trotz Fistelbildung verfestigte.

Bei der Spanlagerung kamen je nach Art der Fraktur verschiedene Techniken zur Ausführung. Frakturen ohne Seitendislokation wurden mit subperiostal nach Phemister angelegten Spänen versorgt. Lag eine Dislokation vor, so kam ein formschlüssiger Span zur Anwendung. Das heißt,

der Span liegt dann entsprechend der Dislokation stufenförmig den Fragmenten an. War die Dislokation sehr groß, so wurde der Span an einem Fragment subperiostal angelegt, an dem anderen in ein muldenförmig hergerichtetes Bett versenkt. Auf diese Weise konnten bessere Übergänge geschaffen werden, die später nicht zu einer übertriebenen Verdickung und somit auch nicht zum Elastizitätsverlust führen können.

Pseudarthrosen

Mit wechselndem Erfolg wurden Humeruspseudarthrosen mit Knochenspänen versorgt.
Bei einer 13 Monate alten Humerusfraktur sahen wir nach der Spanlagerung eine knöcherne Heilung, obwohl die Späne keinen Anschluß an den Knochen gefunden hatten, da sie infolge eines Operationsfehlers zu weit von den Fragmenten entfernt lagen. Und trotzdem konnten sie die Fraktur zu einer ausreichenden Callusbildung induzieren.
(Pat.: B., J. Kgsch.: 400/54 K)

Eine 15 Jahre alte und bereits 6 mal mit Nagel, Federschraube und Tibiaspan vergeblich versorgte Pseudarthrose nach stark eiternder Schußverletzung des Humerus konnte nur mit teilweisem Erfolg versorgt werden. Ein Tibiaspan war bereits einige Zeit nach der Anlagerung im Pseudarthrosenbereich gebrochen. Danach wurden an der Beuge- und Steckseite des Humerus je ein "Kieler Span" subperiostal angelegt. Nach 12 Wochen erfolgte die Abnahme des Abduktionsgipses. Zu dieser Zeit wurden die Späne etwas strahlenundurchlässiger. Eine vollständige Spaneinheilung fand leider nicht statt. Nach 1 1/2 Jahren konnte man eine Verbindung zwischen Humerus und Span nur am proximalen Teil feststellen. Distal waren keine Veränderungen zu erkennen. Die Pseudarthrose bestand weiterhin.
(Pat.: L., H. 36 J. Kgsch.: 307/56)

Eine vielseitige und langwierige Behandlung hatte bei einer Radiuspseudarthrose, die 1942 nach einer Schußverletzung entstanden war, stattge-

funden. Nagel, Schrauben und Federn sind vergeblich verwendet worden. 1957 wurde eine Ulnaresektion durchgeführt und das gewonnene Stück in den distalen Radiusdefekt eingesetzt. Danach entstand an der Ulna eine Pseudarthrose, die mit Markraumfeder und Knochenspananlagerung versorgt wurde. Die Radius-Pseudarthrose heilte nach dem Einsetzen des Osteotomie-Präparates aus und ist bereits seit mehreren Jahren konsolidiert. Dagegen kam es zu einer Pseudarthrosenbildung an der Ulna. Ein angelegter Knochenspan war ein Versager. Darum wurde jetzt ausnahmsweise die Pseudarthrose mit autogenem Material aus dem Beckenkamm, das mit Schrauben fixiert ist, überbrückend versorgt.
(Pat.: M., E. 42 J. Kgsch.: 1777/61)

Erhebliche Komplikationen brachte eine subtrochantere Oberschenkeltrümmerfraktur als Folge eines Skiunfalles mit sich. Nach Küntschernagelung, Drahtung und zweimaliger Y-Nagelung wurde endlich eine Frakturheilung erreicht, nachdem es bereits einmal zur Ausbildung einer Pseudarthrose gekommen war. Da das Bein nun in Vara-Stellung stand, wurde trotz der bereits vorausgegangenen Operationen unterhalb der alten Pseudarthrosenstelle eine Osteotomie durchgeführt, indem ein Keil herausgeschnitten und dieser um 180^{o} gedreht wurde. So gelang eine Aufrichtung bei gleichzeitig nahezu vollständiger Beseitigung einer Verkürzung. Die Osteotomiestelle wurde von unten her mit einem gebogenen Nagel versorgt. Weiterhin brachte man einen Span auf dem Periost an, da es nicht ratsam war, den Knochen außen und innen zu skelettieren. An der Einführungsstelle des Nagels erfolgte außerdem eine subperiostale Anlage von Spänen. Diese waren hier besonders nötig, da das Bohrloch als Kerbe wirkte und deshalb die Gefahr einer Ermüdungsfraktur an der stark beanspruchten Stelle des Femurs drohte.
Nach 1/2 Jahr war wegen verzögerter Verfestigung die subperiostale Anlagerung von zwei weiteren Knochenspänen nötig. Der epiperiostal gelegene Span wurde später wieder entfernt. Er zeigte histologisch neben einem fibrösen Umbau doch noch einen geringen Knochenumbau, nämlich einige Osteoklasten, Riesenzellen und kleinere Reihen von Osteoblasten.

Verständlich, daß dieser in Weichteilmassen gelegene Span weit weniger an dem Assimilationsgeschehen teilnahm als ei subperiostal angelagerter. Nach der letzten Spanung trat schließlich eine Konsolidierung der Fraktur ein. Die Patientin ist jetzt normal gehfähig.
(Pat.: Dr. T., H. 37 J. Kgsch.: 7093/57)

5 mal sahen wir gute Erfolge bei der Spanung von Tibiapseudarthrosen. Im ersten Falle zeigte bereits die Röntgenkontrolle nach 3 Wochen eine Callusbildung, während in den vergangenen 13 Wochen zwischen Unfall und Spanung keine Heilungstendenzen sichtbar wurden. 7 Wochen nach der Operation war die Pseudarthrose klinisch fest. Nach 7 Monaten war der Frakturspalt nicht mehr zu ermitteln. An der Spananlegestelle hatte eine weitgehende Resorption eingesetzt.

Beim zweiten Fall fanden sich weit schwierigere Verhältnisse. Die 17-jährige Patientin wurde auf einem Motorrad sitzend gegen einen Bus gestoßen. Dabei zog sie sich eine kniegelenksnahe Schrägfraktur der Tibia mit Dislokation und Achsenknickung zu. Nach Reposition, Drahtextension mit 6 kg Belastung und Gipsverband wurde 7 Monate danach wegen mangelhafter Callusbildung eine insuffiziente Nagelung durchgeführt. Eine Konsolidierung der Fraktur wurde damit nicht erreicht, wie man nach Ablauf von weiteren 8 Monaten bei der Nagelentfernung feststellen mußte. 15 Monate nach dem Unfall erfolgte dann die Spananlagerung. In das eine Fragmentende wurde wegen der Dislokation ein intrakortikales Bett eingearbeitet und an dem anderen ein subperiostaler Raum geschaffen. Damit waren gute Voraussetzungen für das Anlegen bzw. Einlegen des Spanes gegeben. 5 Wochen später begannen die Späne Anschluß an den Wirtsknochen zu bekommen. Bereits 8 Wochen nach der Spananlagerung war die Pseudarthrose fest. Im Laufe der Zeit wurden die Späne vollständig ein Bestandteil der Tibia.
(Pat.: L., D. 17 J. Kgsch.: 9043/55)

1 3/4 Jahre nach der Fraktur wurde eine fußgelenksnahe Tibiapseudarthrose mit 2 Anlegespänen versorgt. Bei komplikationslosem postopera-

tiven Verlauf behielt die Patientin für 6 Wochen den Liegegips. Danach begannen die Bewegungsübungen im Bett. In der 7. Behandlungswoche konnte man die Patientin mit Laufübungen im Gehwagen belasten. Das hätte bereits 2 - 3 Wochen früher geschehen können, wenn nicht in der 8. postoperativen Woche noch eine Operation wegen eines Hallux rigidus durchgeführt worden wäre. Im weiteren klinischen Verlauf zeigte sich ein tadelloser Spaneinbau. Die Patientin konnte mit guter Gehsicherheit entlassen werden.
(Pat.: Sch., L. 62 J. Kgsch.: 3250/60)

Besonders schöne Erfolge sahen wir bei der Spanung von Malleolarpseudarthrosen. Zwei Variationen der Spananlagerung kamen dabei zur Anwendung. Nach der einen wurden die Transplantate in Form eines Schiffchens (Maatz) in ein entsprechendes Bett eingefügt, wodurch die Fixation der Fragmente besonders tiefgreifend, fest und gut war. Nach der anderen wurden die Späne in ein flaches intracorticales Bett eingelegt. Die Ergebnisse waren bei beiden Verfahren gleich gut. Etwas schneller erfolgte der Spaneinbau bei Verwendung der Schiffchenspäne.

7 mal wurden Pseudarthrosen des Malleolus tibialis und 2 mal des Malleolus fibularis gespant, die ohne Ausnahme pp. heilten. Als Spanmaterial hat sich Kernspongiosa besonders gut bewährt. Wir verstehen darunter eine besonders dichte Spongiosa, wie sie in Fußwurzelknochen des Kalbes zur Verfügung steht. Hier ist die Forderung nach ausgezeichneter Festigkeit und spongiöser Auflockerung ideal gelöst. Gegenüber einem reinen Corticalisspan besitzt er den Vorteil der größeren Oberfläche bei erhöhter Festigkeit.

Der rasche Transplantateinbau, der nach 3 1/2 Wochen begann, war in den einzelnen Fällen nach 9 - 16 Wochen, im Durchschnitt nach 12 Wochen abgeschlossen. Bei ihrem spongiösen Charakter unterliegen solche Späne besonders leicht der Resorption, die wir 2 mal am extraossär gelegenen Teil des Spanes sahen. Also dort, wo das Transplantat nicht mehr von Knochen, sondern nur von Weichteilen umschlossen war. Auf diese

Weise erfolgte eine Einheilung des Spanes ohne Verdickung an der Transplantationsstelle.

Die Pseudarthrosen heilten in allen Fällen aus. Es trat durchschnittlich nach 6 - 7 Wochen klinisch eine Verfestigung ein, nachdem eine durchschnittliche Wartezeit von 13 Wochen zwischen Unfall und Spanung, in der die Fraktur keine Heilungstendenzen zeigte, vergangen war.

Refraktur

Bei einer Refraktur der Tibia boten sich gute Vergleichsmöglichkeiten zu der Frage: wie heilt eine Fraktur ohne und mit Spanung. Erst nach einem halben Jahr war die konservativ behandelte Tibiafraktur annähernd wieder belastungsfähig. Aber bereits 2 1/2 Wochen nach Arbeitsbeginn kam es zu einer Refraktur, da die Patientin auf einem Steinfußboden ausgeglitten war. Nach wenigen Tagen wurden an der lateralen und medialen Seite je ein Span subperiostal angelegt. Die Gipsabnahme erfolgte nach Ablauf von 7 Wochen. Zu diesem Zeitpunkt war die Fraktur klinisch und röntgenologisch fest. Nur dank des ausgezeichneten Stimulierungsvermögens der eiweißarmen Späne kam es diesmal zu einer weit schnelleren Konsolidierung der Refraktur.
(Pat. B., J. 20 J. Kgsch. 1642/56)

Bei den extraossären Spänen sind Form und Größe von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Man muß sich von vornherein über das Ausmaß der Callusbildung im klaren sein und die Spanstärke dementsprechend auswählen. Dicke Späne sind zu vermeiden, da es an den langen Röhrenknochen nicht zu übermäßigen Verdickungen kommen darf. Weiterhin ist auf eine gute Abflachung an beiden Seiten der Anlagespäne zu achten, damit sich nicht zu steile Übergänge zwischen dem konsolidierten Frakturbereich und dem übrigen Knochenschaft herausbilden. Geschieht es trotzdem, so besteht die große Gefahr einer Ermüdungsfraktur, wie wir sie einmal sahen. Diese trat 1 1/2 Jahre nach der Spananlagerung distal

der alten Fraktur auf. Die Frakturstelle war nach der Spanung übermäßig verdickt. Daraus resultiert eine erhebliche Elastizitätseinbuße, so daß die wechselnde Belastung nicht mehr abgefangen werden konnte. (Pat. W., H. 17 J. Kgsch. 6484/55)

B.2 Extraossäre Lagerung des Spanes (Lexerspan)

Die Spanung einer frischen Fraktur wird natürlich nur dann durchgeführt, wenn der Span gleichzeitig im Sinne der Osteosynthese erforderlich ist.

Aus diesem Grunde wurde bei 2 frischen Radiusfrakturen, die immer wieder zur Dislokation neigten, je ein Lexerprügel angelegt. Die in beiden Fällen notwendige Befestigung der Späne mit Drahtligaturen zeigte aber, daß der "Kieler Span" nicht geeignet ist, fest in das Knochengefüge eingespannt zu werden. Der Span sinterte zusammen, der Radius heilte zwar knöchern aus, verkürzte sich aber dabei. Im anderen Fall zeigte sich unter den Ligaturen eine starke Resorption des Spanes. Er erfüllte allerdings eine Aufgabe, denn die Fragmente heilten in guter Stellung.
(Pat.: W., B. 12 J. Kgsch.: 2982/57)
(Pat.: Sch., R. 44 J. Kgsch.: 9313/57)

C Sonstige Verwendungsarten

Bei der Ausfüllung von Schädeldefekten mußten wir die Feststellung machen, daß nie das ganze implantierte Knochenstück in die Schädelkalotte aufgenommen wurde. Es blieb stets zentral ein Defekt, der durch Resorption entstanden war. So führten die Schädeldachplastiken aus "Kieler Spanmaterial" stets nur zu einem Teilerfolg, allerdings zu einer wesentlichen Verkleinerung des Defektes.

Über die Schwierigkeiten bei der Eden-Plastik ist bereits gesprochen worden. Auch bei unseren Fällen kam es zur Resorption der Späne. Die Verwendung von Corticalis verlangsamt zwar diesen Prozeß, verhindert ihn aber nicht. Ein klinischer Erfolg trat - wie auch sonst bekannt - trotzdem ein.

Zur Überbrückung großer Defekte mußten 3 mal sehr lange Späne aus der Tibia entnommen werden. Da aber nach Spanentnahme mit Spontanfrakturen zu rechnen ist, wurden die entstandenen Lücken mit entsprechend großen "Kieler Spänen" ausgefüllt. Die Einheilung erfolgte komplikationslos und die Substitution war spätestens nach 1/2 Jahr abgeschlossen.

Auf die anderen Transplantationen, die noch in der am Schluß der klinischen Auswertung stehenden Tabelle unter der Rubrik "andere Verwendungsarten" aufgeführt sind, will ich nicht im Einzelnen eingehen, da sie Sonderformen darstellen, die sich nicht in ein Schema pressen lassen.

In der Literatur finden sich nur wenige Angaben über die Einheilungsdauer von Heterotransplantaten. Alain berichtete 1953 über Heterotransplantate, die im Tiefkühlverfahren hergestellt wurden. Das erste Stadium der Einheilung, die verschwommenen Konturen an den Spänen, sah Alain erst nach Ablauf von 3 Monaten, während es beim "Kieler Span" bereits nach 3 - 4 Wochen röntgenologisch erkennbar ist. Das zweite Stadium des knöchernen Einbaus, die Verdichtung des intraossären Spanes, konnten wir bereits nach 2 - 3 Monaten feststellen, während Alain im Durchschnitt 6 Monate angibt. Bei unserem Material war der völlige Assimilationsprozeß spätestens nach 1 Jahr abgeschlossen. Alain fand Zeiträume, die sich bis auf über zwei Jahre erstreckten.

Das in der folgenden Aufstellung ausgewertete Krankengut wurde zum kleineren Teil vor 1956 von Maatz an der Chirurgischen Universitäts-Klinik in Kiel operiert, zum größeren Teil ist es das am Auguste-Viktoria-Krankenhaus in Berlin-Schöneberg nach dem 1. Januar 1956 bis Anfang Mai 1961 mit "Kieler Spänen" versorgte Krankengut.

Intraossäre Lagerung des Spanes

	Anzahl	Heilung pp.	klinischer Erfolg	Sequester	Zusammenbruch des Spanmaterials	durchschnittliche Dauer bis zur klinischen Heilung
in Knochenhöhlen						
aseptisch	13	13	13	-	-	4 Wochen
infektiös	7	3	3	4	-	6 Wochen
bei Gelenkflächenaufbau						
am Humerus	1	1	-	1	-	-
am Radiusköpfchen	10	10	9	-	-	5 Wochen
am Tibiakopf	77	75	75	1	1	5 Wochen
an der Tibia distal	7	7	7	-	-	8 Wochen
bei Osteotomie langer Röhrenknochen als Keil	2	2	2	-	-	7 Wochen
als Schrauben, Bolzen oder Keil	22	17	14	2	4	6 Wochen
	139	128	123	8	5	

Extraossäre Lagerung des Spanes

	Anzahl	Heilung pp.	klinischer Erfolg	Sequester	Zusammenbruch des Spanmaterials	durchschnittliche Dauer bis zur klinischen Heilung
bei verzögerter Heilung						
am Humerus	1	1	1	-	-	10 Wochen
an Radius und Ulna	1	1	1	-	-	8 Wochen
an der Tibia	12	11	11	2	-	7 1/2 Wochen
bei Pseudarthrosen						
am Humerus	4	4	2	-	-	10 Wochen
an der Ulna	1	1	-	-	-	-
am Femur	1	1	1	-	-	8 Wochen
an der Tibia	5	5	5	-	-	5-6 Wochen
am Mall. fib.	2	2	2	-	-	6-7 Wochen
am Mall. tib.	7	6	7	-	1	6-7 Wochen
bei Refraktur	2	2	2	-	-	8 Wochen
als Lexerspan	2	2	2	-	-	5 Wochen
	38	36	34	2	1	

Andere Verwendungsarten

	Anzahl	Heilung pp.	klinischer Erfolg	Sequester	Zusammenbruch des Spanmaterials	durchschnittliche Dauer bis zur klinischen Heilung
bei Schädelfrakturen	3	3	3	-	-	5 Wochen
bei Edenplastik	4	4	4	-	-	Resorption
zur Ausfüllung der Spanentnahmestelle	3	3	3	-	-	7 Wochen
Lücke nach O.-Schenkel-Osteotomie	2	2	1	-	-	8 Wochen
Unterlage unter Spongiosafeder	1	1	1	-	-	langsame Resorption
offene Frakturen mit Defekt	5	2	4	-	-	7 Wochen
nach Laminektomie	1	1	1	-	-	6 Wochen
Sonderfälle	3	3	1	-	-	6 Wochen
	22	19	18	-	-	
Insgesamt:	199	183	176	10	6	

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde das Krankengut ausgewertet, welches bis Anfang Mai 1961 mit dem "Kieler Span" versorgt wurde, es handelt sich um 199 Patienten.

Bei aseptischen Fällen trat 11 mal eine Infektion ein (5,8%). Der klinische Erfolg wurde dadurch 4 mal verhindert. Die Tragfähigkeit des Materials war in 6 Fällen unzureichend und führte somit zu weniger guten Ergebnissen, welche sich in Zukunft vermeiden lassen, wenn bei geeigneter Indikation tragfähiges Spanmaterial ausgewachsener Tiere unter Inkaufnahme minder hochwertiger biologischer Wertigkeit des Spanes verwendet wird.

Als entscheidender Gradmesser der Leistungsfähigkeit eines Spanes sind die verzögert heilenden Frakturen und die Pseudarthrosen anzusehen. Bei 36 derartigen Fällen wurde 34 mal ein voller klinischer Erfolg erreicht. Bei Versagern fand sich stets ein starker mechanischer Störfaktor (z.B. persistierende Oberarm- oder Ellenpseudarthrose bei liegendem Nagel). Nach Ausschaltung dieses Faktors durch Verriegelung konnte die Leistungsfähigkeit des "Kieler Spanes" voll zur Geltung kommen.

Unvereinbar mit den Eigenheiten dieses Spanes ist eine grobmechanische Einfügung in das mechanische Kräftespiel des Skelettsystems. Als "Lexerprügel" verwendet bricht er vorzeitig zusammen.

Im Lager mit guter osteogenetischer Potenz - auch subperiostal bei Pseudarthrosen als Anlegespan - ist der "Kieler Span" jedem bisher verwendeten Span sicher überlegen.

Vergleichen wir die Zeiten, welche Alain bei Verwendung des heterologen Spanes aus der Tiefkühltruhe, zahlreiche Autoren beim homologen Tiefkühlspan und Phemister beim autoplastischen Span mitteilten, mit unseren Ergebnissen, so dürfen wir die Schlußfolgerung ziehen, daß der

"Kieler Span" in seinem Indikationsbereich auch dem autoplastischen lebenden Span überlegen ist; denn sogar bei Pseudarthrosen konnte in der Mehrzahl der Fälle bereits nach 5 - 7 Wochen nach ausreichender Konsolidierung eine gipsfreie Behandlung gestattet werden. Diese überraschende Tatsache ist nur dadurch zu erklären, daß dem Lagergewebe in sinnvoller Mischung Corticalis-Spongiosa ein biologisch geeignetes Spanmaterial angeboten wird, wie es nur aus dem Tierkadaver, nicht aber durch Entnahme beim Patienten selbst gewonnen werden kann.

Literaturnachweis

ALAIN, V.: Hétérotransplants osseux. Resultats éloignés en chirugie humaine. These de Lyon 1953

ALBERT, F.: Êtude biologique des greffes osseuses. In Onzième Congrés de la Internationale de Chirurgie, 1938, Vol.I, 313-352 (1959)

AXHAUSEN, G.: Die histologischen und klinischen Gesetze der freien Osteoplastik auf Grund von Tierversuchen. Arch. f. Klin. Chir., 88: 23-143, (1909)

AXHAUSEN, W.: Der biologische Wert heteroplastischer Knochentransplantate, Langenbecks Arch. klin. Chir. 279, 48-52 (1954)

BANKOFF: zitiert bei Bauermeister.

BARTH, A.: Über histologische Befunde nach Knochenimplantationen. Arch. f. klin. Chir., 46, 409-417 (1893)

BARTH, A.: Über die Osteoplastik in histologischer Beziehung. Arch. f. klin. Chir. 48, 466 (1894)

BARTH, A.: Histologische Untersuchungen über Knochenimplantationen. Beitr. z. Pathol. Anat., 17 65-142 (1895)

BARTH, A.: Über Osteoplastik. Arch. f. Klin. Chir. 86, 859-872 (1908)

BAUD, B.: Über heteroplastische Knochentransplantationen zu mechanischen Zwecken. Inaug.-Dissert., Basel 1954

BAUERMEISTER, A.: Ergebnisse einer Mazeration und Verpflanzung von Knochenspänen und ihre Bedeutung für den Aufbau einer Knochenbank. Inaug.-Dissert., Kiel 1954

BAUERMEISTER, A.: Experimentelle Grundlagen für den Aufbau einer neuen Knochenbank. Hefte zur Unfallheilkunde, Heft 58, Springer-Verlag, 1958

BAUERMEISTER, A.: Klinische Erfahrungen mit dem Kieler Spanmaterial. XIII. Tagg. d. Nordwestdtsch. Orthop. Vereinigung, Kiel (3.5.1959)

BAUERMEISTER, A.: Die Behandlung von Cysten, Tumoren und entzündlichen Prozessen des Knochens mit dem "Kieler Knochenspan". Bruns'Beitr. klin. Chir. 203, 3, 287-310 (1961)

BOYNE, Ph. J. u. LOSEE, F. L.:	Use of anorganic heterogenous bone in oral bony defects. United States Armed Forces, Med. Journal, 8, 6, 789-794 (1957)
BOYNE, Ph. J. u. LOSEE, F. L.:	The use of anorganic bone implants in oral surgery. J. oral Surg., 16, 1, 53-62 (1958)
BÜRKLE DE LA CAMP, H.:	Betrachtungen über die Knochenverpflanzung. Med. Welt, 3, 139-142 (1960)
CUNÉO, B.:	Introduction à la chirurgie des greffes osseuses. In Onzième Congrés de la Société Internationale Chirurgie, 1938, Vol. I, 290-307 (1939)
DANIS, R.:	In Onzième Congrés de la Société Internationale de Chirurgie, Vol. I 529 (1939)
DEBRUNNER, H.:	Über Operationen mit Knochenspänen. Ars medici, 38, 6, 356-365 (1948)
DEBRUNNER, H.:	Zur praktischen Verwendung heteroplastischer Knochentransplantate. Arch. orth. Unf.-Chir. 47, 694-702 (1955)
GALLIE:	zitiert bei Bauermeister.
GOFF, C. W.:	The Os Purum Implant. J. bone and joint surg. 26, 4, 758-767 (1944)
GUILLEMINET, M., STAGNARA, P u. DUBOST-PERRET, T.:	Preparation and use of heterogenous bone grafts. J. bone and joint surgery, 35 B, 4, 561-567 (1953)
GUILLEMINET, M.:	Banque d'os de la clinique de chirurgie orthopédique de Lyon. Revue d'orthopédie 44, 1, 1-38 (1955)
HACKENBROCK, M.:	briefliche Mitteilung, 1960 und zitiert bei Baud.
HAASCH, K.:	Metaplastische Knochenbildung beim Menschen durch heterogene eiweißarme Spongiosa. Chirurg. 32, 4, 183-186 (1961)
HENDERSON, M. S.:	The use beef-bone screws in fractures and bone transplantation. J. A. M. A., 74, 715-717 (1920)
INCLAN, A.:	The use of Preserved Bone Graft in Orthopead. Surgery. J. Bone and Joint Surg., 24, 81-96 (1942)

KIENHOLZ, M. und KEMKES, B.: Untersuchungen über den immunbiologischen Wert heteroplastischer konservierter Knochenspäne, Arch. orthop. Unfallchir. 48, 623-632 (1956)

KLEINBERG, S.: Heterogenous Bone; a Substitute for human Bone. Bulletin of the Hospital for joint diseases, XV, 2 (1954)

KLEINBERG, S.: Heterogenous Bone Grafts. Transplantations Bulletin, 3, 3, 37 (1956)

KROEMER, K.: Der mazerierte Knochenspan in der Pseudarthrosenbehandlung. Zbl. Chir., 26, 1093 (1957)

KRONACHER: Heteroplastische Erfahrungen. Fortschr. auf d. Gebiet d. Rö.-Strahlen, 3, 59 (1899)

KRONACHER: Kasuistisches zur Heteroplastik. Münch. Med. W.-Schrift. 47, 25, 461 und 695 (1897)

LANDERER: Osteoplastik. Zentralbl. f. Chir., 22, 46 (1895)

LENTZ, W.: Die Grundlagen der Transplantation von fremdem Knochen gewebe. G. Thieme-Verlag 1955

LENTZ, W.: Erfahrungen bei der Behandlung von Pseudarthrosen mit frischen und konservierten Knochentransplantationen. Unfallchir. Tagg. 21 u. 22. 9. 1957 in Marburg, Verhandlungsband S. 70 - 76 (1957)

LERICHE, E. u. POLICARD, A.: Les problemes de la Physiologie normale et pathologique de l'os. Paris, Masson 1926

LEXER, E.: Die freien Transplantationen, Stuttgart, Ferd. Enke-Verlag 1924

LORTHIOIR: zitiert bei Bauermeister

LOSSE, F. L. u. HURLEY, L. A.: Bone treated with ethylenediamine as successful foundation material in cross-spieces bone grafts. Nature, 177, 1032-33 (1956)

LYMPIUS, W.: Der Kieler Span, eine praxisreife Knochenkonserve. Dtsch. zahnärztl. Zeitschrift, im Druck.

MAATZ, R.: Die Knochentransplantationen. 43. Kongreß d. Deutsch. Orthop. Ges., Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart (1956)

MAATZ, R.: Der Tierspan in der Knochenbank. Dtsch. Med. J., 8, 4, 190-194 (1957)

MAATZ, R.: Klinische Erfahrungen mit dem eiweißarmen Tierspan. Langenbecks Arch. klin. Chir., 292, 831-836 (1959)

MAATZ, R.:	Klinische Erfahrungen mit dem eiweißarmen heterologen Knochenspan. Bull. Soc. internat. Chir. Tome XIX, 6, 607-611 (1960)
MAATZ, R. u. BAUERMEISTER, A.:	A Method of Bone Maceration. Results in animal Experiments. J. Bone and Joint Surg., Am. Ed. 39A, 153-166 (1957)
MAATZ, R. u. BAUERMEISTER, A.:	Klinische Erfahrungen mit dem Kieler Span. 78. Tagg. d. Dtsch. Ges. f. Chir., München (1961)
MAATZ, R., LENTZ, W. u. GRAF, R.:	Spongiosatest of Bone Grafts for Transplantation. J. Bone and Joint Surg., 36A, 4, 721-731 (1954)
MARCHAND, F.:	Zur Kenntnis der Knochentransplantationen. Verhandl. d. Dtsch. Pathol. Ges., 2, 368-375 (1899)
MARIQUE:	zitiert bei Bauermeister
MARSILI:	zitiert bei Bauermeister
MÜLLER:	zitiert bei Bauermeister
NEUMANN:	zitiert bei Bauermeister
NYST:	zitiert bei Bauermeister
OLLIER, L.:	De la production artificielle des os au moyen de la transplantation du périoste et des greffes osseuses. Mém. Biol., 5, 145 (1858)
OLLIER, L.:	Traité experimental et clinique de la régénération des os et de la production artificielle du tissu osseux. Paris. Masson 1867
ORELL, S.:	Studien über Knochenimplantation und Knochenneubildung, Implantation von "os purum" sowie Transplantation von "os novum". Acta Chir. Skandinavia, 74, 31 (1934)
ORELL, S.:	Implantation von autoplastischen, homoioplastischen u. heteroplastischen Knochen. J. internat. Chir., 13, 3 (1953)
PETROPOULIS:	zitiert bei Bauermeister
PHEMISTER:	zitiert bei Bauermeister
POPKIROV, St.:	Klinische Brauchbarkeit des knöchernen Heterotransplantates. Zbl. Chir. 17, 683-696 (1960)

RISINGER, W.: Some cases of transplantation after Orell's method. Acta orthop. Scandinavia, 9, 152-180 (1938)

RITTER, U.: Testversuche zur Frage der Eiweißkonservierung als Grundlage für Fremdgewebstransplantationen am Menschen. Chirurg. 27, 3, 114-118 (1956)

ROTH, H.: Die Konservierung von Knochengewebe für Transplantationen. Wien, Springer-Verlag, 1952

STARK: zitiert bei Bauermeister

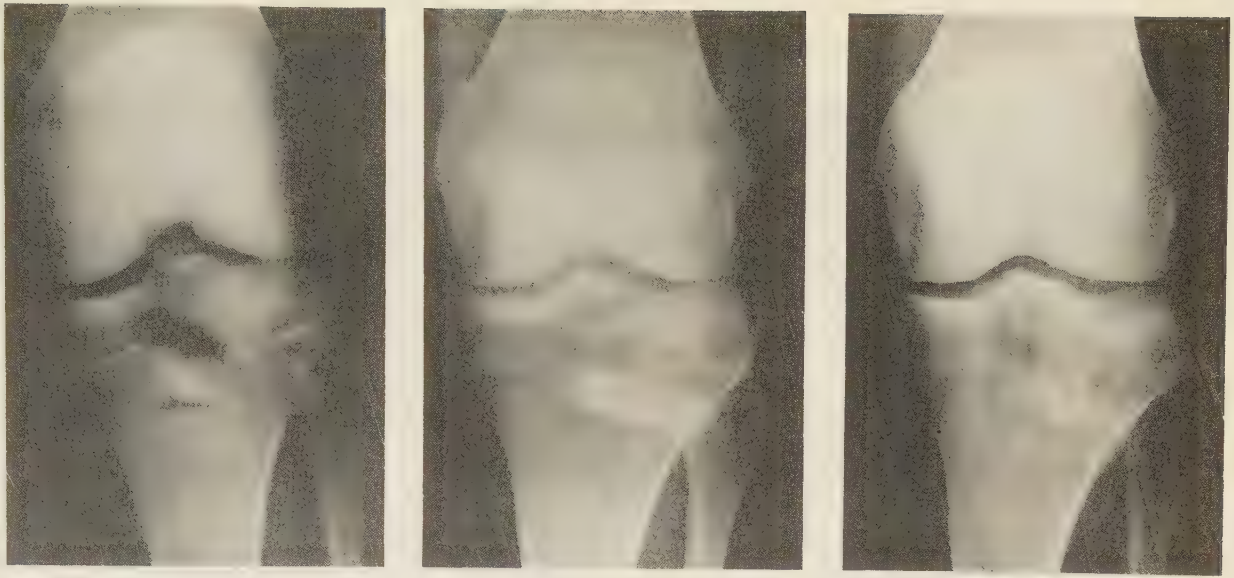
TIESSERAND: zitiert bei Bauermeister

VAN DER HOFF: zitiert bei Bauermeister

ZAHRADNICĚK, J.: Os purum in der Knochenchirurgie. Sborn. Lék., 43, 439 - 441 (1941)

ANHANG

ABBILDUNGEN



sofort nach Op. 3 Monate nach Op. 7 Monate nach Op.

Pat. Sch., Ch. 27 J., Kgsch.: 3064 / 56

Text siehe Seite 31

Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 1)
Abb. 2) Operationsserie
Abb. 3)

Abb. 4 vor Operation

Abb. 5 2 Monate nach Operation

Pat. D., E. 58 Jahre

Kgsch.: 8135/58

Text siehe Seite 32

sofort nach Op.

5 Monate nach Op.

Pat.: W., E. 61 J., Kgsch.: 7424/55

Text siehe Seite 33

1 1/4 J. nach Nagelung

7 Wochen nach Spanung

Pat.: Sch., E. 65 J., Kgsch. 7824/59

Text siehe Seite 34/35.

Abb. 3

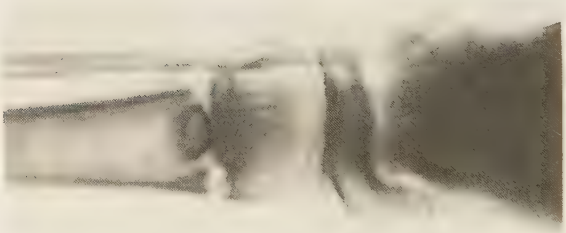


Abb. 2

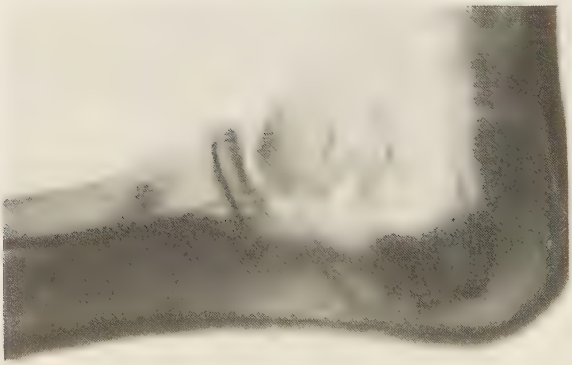


Abb. 1

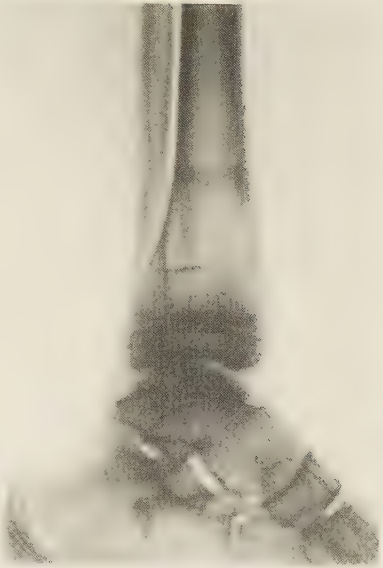


Abb. 4

Abb. 5

Abb. 1 vor Operation

Abb. 2)
Abb. 3) sofort nach Op.

Abb. 4)
Abb. 5) 1 1/2 J. nach Op.

Pat.: D., R. 12 J.

Kgsch.: 8527/55

Text siehe Seite 35

LEBENSLAUF

Ich wurde am 10. September 1930 als erstes Kind des Drogisten Erich Scheeler und seiner Ehefrau Erna, geb. Höfer in Gera geboren.

Ostern 1937 wurde ich in der dortigen Grundschule aufgenommen. Aus dienstlichen Gründen siedelte meine Familie im Herbst 1937 nach Erfurt über.

Ab Herbst 1941 besuchte ich das humanistische Gymnasium in Erfurt und legte im Juni 1950 das Abitur ab.

Von September 1950 bis Oktober 1951 arbeitete ich als Apothekenpraktikant in der Apotheke der Städt. Krankenanstalten Erfurt.

Vom Herbst-Semester 51 bis zum Frühjahrs-Semester 54 war ich an der Pädagogischen Fakultät, Fachschaft Biologie/Chemie, der Friedrich Schiller-Universität Jena immatrikuliert.

Im Sommersemester 53 begann ich das Medizinstudium an der Freien Universität Berlin. Nach 5 vorklinischen Semestern wurde das Physikum abgelegt und nach insgesamt 11 Semestern am 20. April 1959 das Medizinische Staatsexamen beendet.

Meine Medizinalassistentenzeit, die auf ein Jahr verkürzt wurde, legte ich vom 1. Juni 1959 bis zum 31. Mai 1960 im Auguste-Viktoria-Krankenhaus Berlin-Schöneberg ab. Am 1. August 1960 begann meine Tätigkeit als Assistenzarzt an der I. Inneren Abteilung des gleichen Krankenhauses.

Photodruck der Photo Copie GmbH.